COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 NOVEMBRE 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Observation sur la rédaction du dernier Compte rendu ; *par* **M. Pasteur.**

« Dans le *Compte rendu* de la dernière séance, sous la rubrique : *Réponse verbale, etc...*, M. Fremy, parlant de moi, s'exprime ainsi :

« Notre confrère, qui a sans doute ses motifs pour mettre fin à un débat dans lequel il perd évidemment du terrain,... »

» Je déclare que M. Fremy n'a rien dit de semblable dans la dernière séance. S'il eût exprimé cette pensée, soit dans les termes que je viens de rappeler, soit dans des termes équivalents, j'aurais immédiatement protesté contre cette étrange assertion, dans laquelle notre confrère cherche à donner le change aux lecteurs des *Comptes rendus* sur une situation si claire pour tous, QUI A COMMENCÉ, DE SA PART, PAR UNE CONTESTATION DE L'EXACTITUDE DE MES EXPÉRIENCES, ET QUI A FINI, DE SA PART ENCORE, PAR UN ACQUIESCEMENT A L'EXACTITUDE DE TOUTES CES MÊMES EXPÉRIENCES. Je suis toujours prêt à discuter sur des faits précis, mais non sur des opinions spéculatives. »

M. Bouillaud exprime son regret que la proposition de M. Pasteur, au sujet de l'origine des ferments, n'ait pas été adoptée. « En effet, dit

M. Bouillaud, la question la plus controversée de la théorie des fermentations *proprement dites*, c'est, sans contredit, celle qui roule sur l'origine des ferments. C'eût été un résultat des plus importants, que de résoudre d'une manière définitive une telle question. M. Pasteur était convaincu que les expériences proposées par lui et faites par lui conduiraient à ce résultat. Je partage son sentiment, et de là les regrets que je viens d'exprimer devant l'Académie, et aussi mon vif désir que ces expériences soient un jour pratiquées. »

FERMENTATIONS. — *Encore quelques mots concernant l'opinion de M.* Pasteur *sur l'origine des levûres; par* **M. A. Trécul.**

« Je regrette beaucoup que les quelques lignes ajoutées au bas de la page 1168 du dernier *Compte rendu* n'aient pas été lues à la séance; j'eusse été dispensé de reprendre aujourd'hui la parole pour y répondre. Malgré le désir que j'aurais de garder momentanément le silence, je me crois dans l'obligation de faire ressortir l'exactitude de mes observations de nouveau contestées, en les opposant aux nouvelles contradictions de M. Pasteur, qui dit que, il y a quatre mois, des doutes se sont tout à coup présentés à son esprit sur la réalité de la transformation des articles du *Mycoderma vini* en levûre.

« J'ai craint, ajoute-t-il, que tous ces passages, si faciles à constater en apparence quand on suit la méthode de la submersion que j'ai indiquée, ne soient qu'illusion, et que la levûre, qui prend réellement naissance dans les expériences, dérive non des articles du *Mycoderma vini* submergés et plus ou moins privés d'air, *mais d'un ou plusieurs germes de cette levûre que l'air aurait apportés* pendant la préparation du *Mycoderma*, et dont le développement ne se manifesterait qu'après la submersion du voile. Pour lever ces doutes, j'ai institué les expériences les plus nombreuses, les plus variées, et je n'arrive pas, depuis quatre mois, à me satisfaire par des preuves à l'abri de tout reproche. »

» Si, dans ces circonstances, ce sont encore des germes venus de l'air qui déterminent la fermentation, que devient donc cette intéressante Communication du 7 octobre dernier, basée sur la végétation du *Mycoderma vini* submergé, et d'après laquelle ce ne sont pas seulement des cellules de *Mycoderma*, mais les cellules végétales les plus diverses qui produisent la fermentation? De plus, M. Pasteur ne dit-il pas à la page 787?

« Je ne parle pas de ces cas *où les spores* (de *Mycoderma vini*) *semées donnent de la vraie levûre de bière;* j'y reviendrai ailleurs »

» Ce mot *spores*, ainsi que l'indique la lecture des alinéas précédents, exprime bien que c'est des articles du *Mycoderma vini* qu'il s'agit; notre confrère me l'a d'ailleurs affirmé, quand je lui demandai s'il n'était pas

question de spores de quelque autre champignon, de celles du *Penicillium glaucum*, par exemple, dont il est parlé plus loin dans le même alinéa.

» Eh bien, cette intéressante modification dans le genre de vie du *Mycoderma* n'est qu'une illusion, nous dit aujourd'hui M. Pasteur, qui considère aussi comme absolument erronée la transformation du *Mycoderma* en *Penicillium*, ou, inversement, le changement du *Penicillium* en *Mycoderma* et sans doute aussi en levûre.

« Que M. Trécul, dit encore notre confrère, veuille bien comprendre la difficulté de conclure rigoureusement dans ces études si délicates. »

» Je n'ai point eu besoin des avertissements de M. Pasteur pour reconnaître les causes d'erreur qui peuvent se présenter dans le cours de telles expériences. Je les ai signalées en 1868 et en 1871, dans quatre Communications différentes. Je les ai même décrites assez longuement. Et puis, ce n'est pas la modification de la figure des spores du *Penicillium*, c'est-à-dire leur transformation en cellules identiques à celles de la levûre alcoolique par l'aspect et par le mode de propagation qui peut être révoquée en doute. Cela est incontestable pour quiconque se donne la peine de renouveler les expériences. Ce dont j'ai pu douter au début de mes études sur ce sujet, c'est que ce fussent elles qui agissent comme levûre. Je n'avais pas la preuve que ces cellules du *Penicillium*, devenues tout à fait semblables à la levûre de bière, ne fussent pas seulement mêlées à cette dernière, formée spontanément, c'est-à-dire par hétérogénèse, aux dépens des matières albuminoïdes en dissolution.

» J'ai décrit, à l'appui de mes doutes, des expériences dans lesquelles des spores de *Mucor Mucedo* var. *racemosus* ou des cellules du mycélium de cette plante produisaient des cellules globuleuses bourgeonnantes, ayant le même mode de végétation que la levûre de bière, lesquelles cellules constituent ce que M. Bail a appelé *levûre à grosses cellules*. Ce dernier savant pensait que cette grosse levûre, employée dans une série de fermentations successives, passait à l'état de levûre à petites cellules, c'est-à-dire à l'état de levûre de bière ordinaire. J'ai montré par des expériences de contrôle, faites simultanément avec le même moût de bière non ensemencé, que ce prétendu passage était dû à la formation *spontanée*, à chaque opération, d'une nouvelle quantité de levûre de bière, qui, s'ajoutant au produit de la levûre ancienne, déterminait la prédominance de la levûre à petites cellules sur les grosses cellules de *Mucor*, qui semblaient disparaître.

» Je n'ai donc point eu besoin, comme je le disais tout à l'heure, des avertissements de M. Pasteur, et ce n'est point prématurément que j'ai

exprimé, en 1871, ma conviction puisée dans des expériences postérieures à celles dont j'ai parlé d'abord. Je n'ai plus aucun doute à cet égard (1).

» Comment en pourrait-il subsister? Voilà un liquide fermentescible qui est resté un mois ou six semaines sans fermenter, et qui, ensemencé de spores de *Penicillium* (2) à une température à laquelle la fermentation spontanée n'est pas produite, donne une énergique fermentation au bout de quelques jours, tandis que les spores grossissent, se décolorent et prennent, en bourgeonnant, l'aspect de la levûre de bière.

» Si l'on ajoute à cela que M. Pasteur lui-même, dont tout le monde reconnaît l'habileté expérimentale, assure que des spores de *Penicillium* transforment le sucre en alcool et en acide carbonique, n'est-il pas évident que nos spores qui ont pris la figure, le volume et le mode de végétation de la levûre, sont réellement changées en levûre de bière? Mais ce n'est pas là tout. On peut remonter, ainsi que je l'ai dit avec Turpin et MM. Berkeley, Bail, Hoffmann, Hallier, Musset et Joly, de la levûre au *Mycoderma* et au *Penicillium*.

» Il est un autre point sur lequel je désire appeler l'attention de l'Académie : c'est celui qui concerne l'apparition de la levûre à l'intérieur des fruits en apparence parfaitement sains.

» M. Pasteur dit, dans la Communication du 7 octobre et dans sa réponse à M. Fremy du 28 du même mois : 1° que les cellules des grains de raisin et d'autres fruits placés dans l'acide carbonique forment immédiatement de l'alcool; 2° qu'il n'y a pas apparition de levûre dans leur intérieur; 3° que ce n'est que dans des cas exceptionnels et rares que des cellules de levûre peuvent pénétrer de l'extérieur à l'intérieur. Il dit encore dans une note du bas de la page 983 :

---

(1) Il y a une telle identité dans la figure, dans le volume et dans le mode de végétation des spores du *Penicillium* transformées, avec la figure, le volume et le mode de végétation des cellules de la levûre de bière, que celui qui renouvellera ces expériences comprendra que ces doutes mêmes, que j'exprimais en 1868, n'existaient pas dans mon esprit (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 1154, et t. LXXIII, p. 1458). Il n'y a là que l'expression des scrupules d'un observateur consciencieux, qui ne veut donner comme certain que ce dont il a des preuves péremptoires. Maintenant que je possède ces preuves, il ne peut plus y avoir même l'ombre d'un doute pour moi.

(2) Je me suis servi pour ces expériences de spores de *Penicillium* de formes diverses : 1° des grosses spores vertes et elliptiques d'une forme de *Penicillium* qui croît sur le citron; 2° des spores elliptiques, bleuâtres et plus petites que les précédentes, d'une autre forme de *Penicillium* qui se développe aussi sur le citron; 3° des spores globuleuses de la forme dite *P. crustaceum*; 4° enfin des spores du *Penicillium* qui naît de la levûre de bière.

« Dans les groseilles, fruits de toute autre nature que les raisins et les pommes, il m'est arrivé *souvent* de constater la présence de la petite levûre des fruits acides. »

» Comment se fait cette pénétration des cellules de levûre à l'intérieur de fruits dont la surface est intacte? Bien que M. Pasteur rapproche de cette observation la présence des moisissures dans l'intérieur de pommes en apparence saines, et à la surface de grains de raisin dans l'arrière saison, ce n'est évidemment pas à ces moisissures qu'il attribue l'existence de cette levûre dans les fruits, puisqu'il repousse la transformation des moisissures en levûre. Les cellules de levûre se sont donc introduites toutes formées dans l'organisme vivant; mais le mode d'introduction est à trouver. Espérons que notre confrère le découvrira (1). Je ne manquerai pas de faire remarquer que, dans cette nouvelle opinion de M. Pasteur, la levûre doit exister toute formée dans l'air, ou son germe aussi volumineux qu'elle, et inconnu de nouveau, puisque notre confrère n'admet plus qu'elle provienne du *Mycoderma vini*, ni de ses germes.

» Si la levûre alcoolique résulte d'un germe qui n'est pas identique à elle, il y a là aussi une transformation. On n'a rien gagné à rejeter celle du *Mycoderma*. D'un autre côté, l'existence de cette levûre, toute formée dans l'air, est en contradiction avec une autre théorie de M. Pasteur. En effet, les levûres étant des *anaérobies*, c'est-à-dire des êtres qui ne vivent qu'à l'abri de l'air, et ne peuvent subsister au contact de ce dernier, dans lequel ils meurent nécessairement, doivent y périr aussi, puisque M. Pasteur leur refuse, depuis lundi dernier, 11 novembre, la faculté de se transformer en *Mycoderma*, faculté qu'il semblait pourtant disposé à admettre dans une de ses dernières Communications. Ne dit-il pas (p. 1057 de ce volume) qu' « il a donné le moyen de provoquer dans la levûre un mode de nutri-
» tion qui la rapproche des Mucédinées proprement dites ».

» Cette opinion concordait parfaitement avec l'idée de la métamorphose du *Mycoderma vini* en levûre. Cet accord n'existe plus maintenant, ce *Mycoderma* étant destitué de sa faculté de transformation. C'est vraiment fâcheux, car M. Pasteur nuit par là à sa théorie des *aérobies* et des *anaérobies*, qui serait bien plus satisfaisante s'il eût cherché à montrer la parenté des anaérobies avec les aérobies, c'est-à-dire de la levûre avec le mycoderme, par exemple, comme notre confrère l'a annoncé en 1862, ou bien les rapports de ses levûres diverses avec les bactéries qui les précèdent,

(1) De mon côté, je chercherai si cette levûre est produite par les matières plasmatiques ou si elle résulte de la transformation de quelque mycélium.

et avec quelqu'une des moisissures qui les protégent contre l'action de l'air, de même que je prétends que la levûre de bière est alliée aux bactéries par la levûre lactique, ainsi qu'au *Mycoderma* et au *Penicillium*. Au contraire, M. Pasteur assure que ses levûres et les aérobies ont une origine diverse; que les unes et les autres sont nées de germes différents, tombés de l'air, et qu'il ne connaît certainement pas; que les germes des aérobies se développent d'abord, enlèvent au liquide l'oxygène en dissolution, et qu'alors seulement les germes des anaérobies commencent leur évolution.

» Cette théorie, tout ingénieuse qu'elle est, n'est-elle pas aussi surprenante que l'hétérogénie elle-même, à laquelle elle ressemble beaucoup, si elle ne se confond pas tout à fait avec elle, puisqu'elle suppose des êtres qui ne peuvent vivre au contact de l'air, et qui cependant proviendraient de germes se conservant indéfiniment aux intempéries de notre atmosphère?

» Il paraît que M. Pasteur, qui s'était réservé de rechercher si ces êtres ne pourraient pas provenir de modifications des aérobies, revient à l'opinion qu'il y a réellement deux classes d'êtres bien distincts, ayant chacune son genre de vie particulier, puisque le *Mycoderma vini*, qui était le seul exemple de transformation que possédât l'auteur, ne serait plus jugé susceptible de se changer en levûre, c'est-à-dire de passer de l'état d'aérobie à celui d'anaérobie.

» A cause même de cet avis nouveau de M. Pasteur, je renouvelle à l'Académie la proposition que j'ai déjà faite de prouver que les bactéries constituent la levûre lactique; que celle-ci peut se changer en levûre de bière; que cette dernière, type des anaérobies, peut se transformer en aérobies, c'est-à-dire en *Mycoderma* et en *Penicillium*, et inversement que le *Mycoderma* et les spores du *Penicillium* peuvent se changer en levûre alcoolique; que cette levûre peut commencer par de fines granulations; enfin que les *Amylobacter* peuvent naître des matières plasmatiques.

» N'ai-je pas cité aussi des *Amylobacter*, ces anaérobies non moins intéressants, qui sont devenus, au sein même du liquide, des petits végétaux ramifiés, que j'ai comparés pour l'aspect à de petits *Opuntia*. J'ai encore mentionné des vibrions, autres anaérobies, qui furent remplacés dans les cellules qui les contenaient par des filaments de même diamètre qu'eux, enroulés comme un écheveau de fil.

» Ce qui précède montre que M. Pasteur est enfermé dans une enceinte de faits inflexibles, de laquelle il ne peut sortir que par la porte de l'hétérogénie, qu'il ne croit pas devoir prendre. Aussi le voyons-nous explorer

vainement tous les points de cette circonférence, qui se resserre sans cesse autour de lui.

» Il y a tout lieu d'espérer qu'avant peu de temps un nouveau jour sera jeté sur la question qui nous occupe par le développement des levûres à l'intérieur des fruits placés à l'abri de l'air. On ne peut manquer de reconnaître bientôt si cette levûre doit être attribuée aux matières plasmatiques des cellules des fruits, ou à la modification des utricules de quelque champignon. C'est entre ces deux solutions, qui sont l'une et l'autre du ressort de l'hétérogénie, que M. Pasteur sera contraint d'opter. »

MÉTROLOGIE. — *Note sur la forme qu'il convient de donner aux mètres que la Commission internationale doit construire; par* **M. Tresca**.

« La Commission internationale du mètre a reçu pour mission de construire un étalon fondamental et des copies autant que possible identiques pour les différents États intéressés. Tout ce qui touche à la construction de ces étalons présente dès lors un grand intérêt, et nous nous sommes demandé si la forme même des règles, qui devront constituer les mètres, ne devait pas donner lieu à une étude spéciale. Nous indiquons dans cette Note, extraite d'un travail plus étendu, les principaux motifs qui ont donné lieu à l'adoption du profil que nous avons proposé.

» I. *Considérations sur la roideur des barres employées à la construction des étalons.* — Le mètre des Archives, construit en platine, a une section rectangulaire de 25 millimètres de largeur sur 4 d'épaisseur, soit une section de 100 millimètres carrés, correspondant à celle d'un carré de 10 millimètres de côté; il est d'une grande flexibilité.

» Les yards étalons construits en Angleterre en métal de Baily ont une section carrée beaucoup plus grande, de 1 pouce de côté, ou 25 millimètres sur 25. Leur section est ainsi 6,25 fois plus grande que celle du mètre des Archives, et leur roideur est non-seulement satisfaisante et égale, lorsque la règle est placée sur l'une quelconque de ces quatre faces, mais on sait aussi que cette roideur est encore la même lorsque les faces sont inclinées à 45 degrés, ce qui exclut toute crainte de torsion pendant les manœuvres, au grand avantage de la conservation de la règle. Nous avons cherché à obtenir les mêmes avantages avec une dépense de matière beaucoup moindre.

» II. *Importance particulière du plan des fibres neutres.* — Pour la construction des mesures à traits, l'étude de la forme qu'il convient de leur donner est beaucoup plus complexe.

» On sait, en effet, pour ne parler d'abord que de la flexion que peut éprouver la règle entre les points sur lesquels elle serait portée, que la seule longueur qui ne change pas sensiblement est celle qui serait tracée dans le plan parallèle aux supports et passant par les centres de gravité de toutes les sections transversales. En dehors de ce plan, toute ligne longitudinale convexe est allongée, toute ligne concave est raccourcie, et cela d'autant plus, de part et d'autre, que la flèche est plus grande et que les faces extérieures sont plus éloignées du plan des fibres moyennes.

» Pour une section carrée, par exemple, la flèche est, toutes choses égales d'ailleurs, inversement proportionnelle au carré de la hauteur, et le raccourcissement de la face supérieure concave est proportionnel à cette même hauteur, de sorte qu'en définitive la variation finale de longueur a lieu en raison inverse de l'épaisseur.

» Pour éviter cette influence, qui est loin d'être à négliger, on a eu recours, pour un certain nombre d'étalons, à différentes dispositions qui permettent de placer les traits qui définissent la longueur dans le plan moyen. Tantôt on creuse des puits jusqu'au milieu de l'épaisseur de la règle, et c'est au fond de ces puits que la longueur se trouve définie par les traits; tantôt on réduit les extrémités tout entières à la moitié de leur section normale, en conservant ainsi des talons d'une hauteur moitié moindre, et qui reçoivent également les traits qui définissent la mesure.

» Dans l'un et l'autre cas, on met à nu une petite partie du plan moyen de la règle, de manière à éviter l'influence résultant de son épaisseur plus ou moins grande.

» Nous avons pensé que cette altération partielle de la section transversale de la règle, dans une partie plus ou moins grande de sa longueur, n'était pas sans inconvénient au point de vue de l'interruption qui en résultait pour certaines files longitudinales de molécules, et nous avons cherché à résoudre le problème en nous assujettissant à laisser apparaître, sur toute la longueur, une partie du plan moyen assez large pour que les traits terminaux puissent être tracés sur ce plan, à peu de distance de ses extrémités. Cela revient, en définitive, à employer une forme exactement prismatique, dont la section droite est disposée de telle façon que le plan horizontal qui contient le centre de gravité forme une sorte de tablette, accessible aux outils traceurs et aux visées des microscopes.

» III. *Formes diverses répondant à la condition précédente.* — On arrive à reconnaître que le profil en X avec nervure horizontale répond le mieux à la condition de laisser apparent le plan des fibres neutres.

» IV. *Influence des dispositions qui précèdent sur les effets des inégalités de température ou de pression.* — Ce n'est pas seulement au point de vue de la flexion due au poids de la règle, mais encore et surtout relativement aux variations et aux inégalités de la température qu'il y a lieu de considérer le plan des fibres neutres.

» Si une barre s'échauffe plus sur l'une de ses faces horizontales que sur l'autre, la première prend nécessairement une longueur relative plus grande; la barre tout entière se courbe comme si elle était formée de deux métaux de dilatations différentes; mais le plan des fibres neutres conserve, entre les deux faces supérieure et inférieure, une longueur moyenne qui ne dépend plus de la différence entre les deux températures extrêmes; elle se dilate ou se contracte pour ainsi dire pour son propre compte, sans être autrement influencée par les actions moléculaires qui se développent en dehors d'elle.

» On se fera une idée plus exacte encore de ce qui se passe dans une telle circonstance, si l'on admet comme évidente l'analogie tout à fait complète des effets produits, avec ceux qui seraient déterminés par une action mécanique, développée suivant la longueur de l'une des faces extrêmes seulement, suivant la face inférieure par exemple.

» Il est clair que si l'on comprime cette face, elle ne pourra obéir à l'action comprimante qu'en entraînant dans sa déformation les couches voisines, jusqu'à la couche des fibres neutres, et en déterminant au delà de cette couche des allongements correspondants et tels que les sections transversales restent, dans toute la longueur du solide fléchi, perpendiculaires au plan déformé des fibres neutres, ainsi que l'a si bien démontré M. le baron Ch. Dupin, et ainsi que cela est admis comme base indiscutée dans tous les calculs relatifs à la flexion. Si donc notre barre est comprimée suivant la longueur de la face inférieure, cette face deviendra concave et se raccourcira, la face opposée deviendra convexe et s'allongera, tandis que la couche des fibres neutres, bien qu'obéissant à la courbure générale, ne subira dans sa longueur qu'une variation réduite au minimum et pour ainsi dire négligeable.

» L'action de compression à laquelle nous venons de faire allusion se présenterait naturellement dans la pratique, par suite du frottement de la règle sur le plan qui la supporterait, au moment où la température viendrait à diminuer et dans le cas où le support se contracterait plus que la règle elle-même. La règle prendrait alors une forme convexe, par suite de laquelle elle ne porterait plus que sur ses points extrêmes.

» M. le général Morin a démontré que pour une règle de platine iridié, dont le coefficient d'élasticité est connu, ce retard de contraction était sans influence appréciable, lorsque les surfaces en contact étaient enduites de plombagine. Mais il n'est pas nécessaire de recourir à cette condition relativement à la surface des fibres neutres, puisque sa longueur reste absolument indépendante de toutes ces actions locales, et c'est là encore une raison tout à fait essentielle pour chercher à placer sur cette surface toute la longueur destinée à définir un étalon.

» Nous avons supposé dans ce qui précède que l'inégalité de température ou la différence de contraction équivalait à un raccourcissement imposé à la force inférieure. Si les actions étaient de sens inverse, les courbures se produiraient encore, mais, la convexité étant tournée vers le bas, la règle, au lieu de porter sur ses points extrêmes, resterait tangente au plan de repos, à peu près en son milieu, et sa face inférieure, ne portant plus que par un point, se dilaterait librement sans qu'il y ait lieu de tenir compte d'aucun frottement.

» D'une manière générale, nous reconnaissons, tout au moins par ce qui précède, que le frottement qui s'opposerait à la contraction, fût-il excessif, la longueur de la fibre neutre n'en saurait être affectée, et qu'ainsi le tracé sur cette fibre présente une sécurité que toute autre position ne comporterait pas.

» V. *Conditions de symétrie*. — Les considérations qui précèdent expliquent déjà comment nous avons été conduit à rechercher une forme en H ou en X, qui laissât la surface neutre à découvert et qui satisfît autant que possible à la condition d'une grande rigidité.

» La nervure horizontale doit, sur sa face supérieure, recevoir le tracé; mais il nous a semblé qu'il y aurait, en outre, quelque intérêt à faire ce tracé au centre même de la section, et pour cela nous nous sommes imposé, comme condition supplémentaire, de disposer la face supérieure de la nervure, de manière qu'elle fût exactement au milieu de la hauteur totale du solide.

» VI à XIV. Il nous suffit d'indiquer ici que la forme proposée :

» 1° Est représentée par la figure ci-jointe ;

» 2° Que la section transversale qu'elle représente se mesure par 150 millimètres carrés, c'est-à-dire par une fois et demie la section du mètre des Archives ;

» 3° Que son moment d'inertie est exprimé par $5,212 \times 10^{-9}$, et qu'ainsi

ce moment d'inertie est trente-neuf fois aussi grand que celui du mètre des Archives;

» 4° Que placée sur deux rouleaux, éloignés l'un de l'autre de 0,55 de la règle entière, la flèche de la règle serait de 8,4 microns, celle de la règle des Archives étant quarante fois plus grande;

» 5° Enfin, que le rapprochement résultant de la courbure entre les deux traits terminaux ne saurait dépasser 4 dix millièmes de micron.

» En supposant que la portée fût égale à un mètre, le rapprochement entre les points extrêmes serait notablement plus grand, mais ne dépasserait pas le chiffre de 0,3 micron donné par le calcul.

» XV. *Avantages divers que présente la section proposée.* — L'étude qui précède avait été uniquement dirigée vers les deux buts déjà indiqués : l'obtention d'une grande roideur avec fibre neutre apparente. Quelques avantages accessoires s'étaient bien présentés à notre esprit, mais ils n'ont pris réellement toute leur importance que dans les conversations que nous avons eues à ce sujet avec quelques-uns de nos collègues de la Commission du mètre.

» Au point de vue géométrique, nous attachons une grande importance à la constance absolue du profil dans toute la longueur de la barre; il est évident que cette constance satisfait plus complétement aux considérations qui servent de base à la théorie de la résistance des matériaux, dans laquelle on n'arrive plus à aucune déduction précise, si la section varie brusquement en quelque point. Les actions moléculaires sont ainsi mieux définies, la solidarité entre les différentes files de molécules est plus certaine, et les déformations anormales sont moins à craindre.

» En inscrivant le profil dans un carré, nous sommes aussi arrivé à une forme géométrique autant que possible symétrique.

» Au point de vue mécanique, la condition de la roideur maximum, et celle d'une roideur analogue dans les deux sens rectangulaires ne sont pas à notre avis les plus importantes.

» On peut chercher la valeur du plus grand effort moléculaire, développé dans la barre pendant sa suspension sur les rouleaux : cet effort maximum correspond aux points d'appui et à sa face supérieure ou inférieure, c'est-à-dire à une distance $v = 0{,}01$ du plan des fibres neutres; en le désignant par R par mètre carré, on trouve facilement

$$R = \frac{vPL}{8I}\left(1 - \frac{l}{L}\right)^2 = 157\,500^{\text{kg}}.$$

Cette valeur revient à $0^{\text{kg}},16$ par mètre carré.

» D'un autre côté, il résulte des nouvelles déterminations que nous

avons faites avec M. Broch, que l'élasticité du platine iridié n'est pas altérée par un effort de 30 kilogrammes par mètre carré. En faisant remarquer que l'effort réel ne s'élève pas au delà de la deux centième partie de cet effort limite, nous établissons surabondamment que tous les points de la barre se maintiendront toujours dans les conditions de la plus parfaite stabilité moléculaire.

» Au point de vue thermique, nous devons entrer dans des considérations plus détaillées, si nous voulons reproduire les observations des physiciens qui ont bien voulu nous les communiquer :

» 1° L'égalité des épaisseurs des différentes nervures favorise l'équilibre des températures de toute la masse de la règle.

» Les plus grandes difficultés de l'exactitude des comparaisons résideront toujours dans l'obtention d'une température parfaitement régulière; il suffit, pour s'en convaincre, de faire remarquer qu'une différence de un centième de degré correspond presque à une différence de un dixième de micron dans la longueur de la barre de platine. Il est donc de la première importance que l'influence du milieu ambiant, que l'on cherchera à maintenir, autant que possible, à température constante, se propage de la même façon en tous les points de la règle, et aucune disposition ne saurait être, à cet égard, plus sûre que celle à laquelle nous sommes arrivé par l'égalité d'épaisseur de toutes les nervures qui constituent, par leur réunion, notre profil.

» 2° La distance comprise entre les deux traits est soumise, en tous ses points, aux mêmes conditions de température.

» C'est ce que l'on ne saurait obtenir avec les puits ou par une réduction seulement de la section aux extrémités, ces deux solutions n'empêchant pas que la distance qui forme l'étalon théorique ne soit en quelque sorte emprisonnée, dans presque toute son étendue, au milieu d'une masse de matière qui rend la communication de la température intérieure au moins incertaine.

» 3° La distance entre les traits, étant exactement comprise dans le plan des fibres neutres, ne saurait être influencée par aucun retard de dilatation déterminé par le contact avec le support. Nous nous sommes déjà expliqué sur ce point avec assez de soin pour qu'il ne soit pas nécessaire d'y revenir encore.

» 4° Le thermomètre est en quelque sorte enveloppé par la matière du mètre pendant les observations.

» Il est clair, en effet, que la rainure en V de la partie supérieure constitue pour le thermomètre une sorte de logement dans lequel il s'identifie

nécessairement avec les températures des parois et du fond de cette rainure.

» Par toutes ces raisons, la forme proposée est la plus favorable à l'égalité de température sans laquelle toute comparaison serait nécessairement viciée. Peut-être faut-il trouver dans cette considération la raison principale de la faveur avec laquelle notre disposition a été acceptée.

» Au point de vue économique, il nous suffira de dire que, si nous ne devons pas attacher une importance prépondérante à l'obtention d'un prix de revient peu élevé, il en est tout autrement si nous cherchons, pour une dépense donnée, à utiliser, de la manière la plus favorable, la quantité de matière qui correspond à cette dépense. Le profil de plus grande roideur se recommande par cette condition, et le choix d'une section constante permet de raccourcir la longueur totale jusqu'à 102 centimètres, ce que personne n'oserait certainement recommander avec la méthode des puits.

» Au point de vue de la bonne exécution, la forme proposée, bien que moins simple, entraîne avec elle des garanties qu'une section rectangulaire, avec ou sans puits, ne saurait comporter.

» Sans doute on ne pourra obtenir, avec l'exactitude géométrique indispensable, cette forme qu'en recourant à toutes les ressources de la forge, du laminage, du rabotage et du tirage au banc.

» La barre étant forgée à l'état d'une tige carrée, le laminage pourra préparer seulement les quatre rainures, ce qui assurera à toutes ses parties le degré d'homogénéité désirable, avec d'autant plus de sûreté que tous les angles du profil sont obtus, de manière à rendre plus faciles tous les déplacements de la matière dans le sens transversal.

» Après avoir soumis l'ébauche ainsi obtenue à un ou plusieurs recuits, le rabotage longitudinal ou le fraisage permettra d'approcher de très-près de la forme définitive, et dans cette opération les moindres défauts seront dévoilés et mis au jour. Nécessaire pour l'obtention de la forme géométrique, ce rabotage constituera un moyen d'investigation tout à fait précieux et tout à fait sûr, un véritable sondage de tous les défauts, qui déterminera le départ à faire entre les règles complétement réussies et celles qu'il conviendrait de rejeter.

» Aucune forme massive ne donnerait la même sécurité, qui se trouvera complétée encore par une série de recuits et de tréfilages à la suite desquels la matière devra être considérée comme absolument malaxée, et dans un état d'équilibre tout à fait stable, à la suite d'un dernier recuit extrêmement prolongé.

» La complication même des opérations à effectuer ne permettrait pas de se contenter d'une demi-solution; le métal qui aura satisfait à toutes leurs exigences aura par cela même témoigné de ses qualités.

» L'emploi des puits ne permet pas d'arriver à en polir le fond avec la perfection désirable; il en est tout autrement pour le fond de notre rainure, ce qui permettra d'éviter l'emploi d'une mouche d'or rapportée, au grand profit de la sûreté de la longueur étalon.

» Au point de vue de la garantie de l'invariabilité des étalons, notre collègue M. Wild a enfin trouvé, dans la mise à nu du plan des fibres neutres, dans toute son étendue, une raison déterminante, en ce que cette circonstance permet de reporter sur ce plan la longueur exacte d'un témoin en quartz ou en béryl, sans que l'on ait à craindre aucune variation de cette longueur, qui participe à toutes les propriétés du plan neutre, soit en cas de flexion, soit en cas de retard de dilatation ou de contraction.

» XVI. *Application des solides à fibre neutre apparente.* — Nous nous éloignerions de notre sujet si nous recherchions ici les différentes applications que pourraient recevoir les solides à fibre neutre apparente dans les arts de construction, mais nous ne saurions négliger toutefois d'indiquer que leur propriété fondamentale les recommande certainement, pour l'exécution des glissières ou autres pièces mobiles, dans les instruments de grande précision. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la théorie de la production de la chaleur animale.* Note de M. BOUILLAUD.

I.

« La vraie théorie de la production de la chaleur animale date, comme on sait, de l'ère de Lavoisier. A l'époque où parut ce grand fondateur de la Chimie moderne, la vraie théorie de la combustion elle-même, théorie dont celle de la chaleur animale est pour ainsi dire la fille, n'était pas encore trouvée. C'était alors le règne de la fausse théorie du phlogistique.

» Lavoisier, un de ces hommes privilégiés qui semblent nés pour découvrir la vérité et changer la face des sciences, renversa cette fausse théorie et la remplaça par celle de *l'oxydation*. Ce fut là une de ces glorieuses inventions qui, à elles seules, suffiraient pour immortaliser leurs auteurs.

» Une nouvelle découverte, plus brillante encore en quelque sorte que celle de la combustion proprement dite, c'est l'application que Lavoisier, par un véritable éclair de génie, fit de sa nouvelle théorie à l'acte de la

respiration et de la génération de la chaleur animale. D'après cette application, la respiration n'était plus qu'une véritable combustion, au sein d'un organe vivant, le poumon, et de cette combustion, en quelque sorte vivante, naissait la chaleur animale. Mais laissons à Lavoisier lui-même le soin d'exposer sa théorie.

« La respiration, dit-il, n'est qu'une combustion lente de carbone et d'hydrogène, qui est semblable en tout à celle qui s'opère dans une lampe ou une bougie allumée; et, sous ce rapport, les animaux qui respirent sont de véritables corps combustibles qui brûlent et se consument... Comme, dans la respiration, c'est le sang qui fournit le combustible, si les animaux ne réparaient pas par les aliments ce qu'ils perdent par cette respiration, l'huile manquerait bientôt à la lampe, et l'animal périrait, comme une lampe s'éteint lorsqu'elle manque de nourriture.

» Dans la respiration, comme dans la combustion, c'est l'air qui fournit l'oxygène et le calorique. Il extrait du sang une portion de carbone et d'hydrogène, et y dépose à la place une portion de son calorique spécifique, qui, pendant la circulation, se distribue avec le sang dans toutes les parties de l'économie animale, et y distribue cette température à peu près constante que l'on observe dans tous les animaux qui respirent.

» Les preuves de cette identité entre la respiration et la combustion se déduisent immédiatement de l'expérience. En effet, l'air qui a servi à la respiration ne contient plus, à la sortie du poumon, la même quantité d'oxygène; il contient non-seulement de l'acide carbonique, mais encore beaucoup plus d'eau qu'il n'en contenait avant l'inspiration. Or, l'air *vital* (oxygène) ne peut se convertir en acide carbonique que par une addition de carbone, et il ne peut se convertir en eau que par une addition d'hydrogène... »

» Comme cette théorie est lumineuse et séduisante, et avec quelle admirable clarté elle est décrite par son heureux inventeur!

» C'était, on l'avouera, une véritable révolution que la nouvelle théorie de la respiration par Lavoisier. Or, c'est l'éternelle destinée de toute révolution de rencontrer une résistance plus ou moins vive et plus ou moins opiniâtre. Cette sorte de loi fatale ne se démentit point, à l'occasion de celle de Lavoisier. Pour ne pas trop allonger cette Note, je parlerai uniquement de l'opposition qu'elle rencontra de la part de certains médecins et de certains physiologistes.

II.

» Les deux principaux représentants de cette opposition, à la fin du siècle dernier et au commencement du nôtre, furent Chaussier et Bichat. Tous les deux soutenaient que la production de la chaleur animale était une fonction essentiellement *vitale*, et non une opération chimique. Chaussier, qui eut l'honneur, bien mérité d'ailleurs, d'appartenir à cette Académie, inventa pour ainsi dire, en faveur de son opinion, une propriété vitale nouvelle, à

laquelle il donna le nom de *caloricité*. Bichat, à qui cette nouvelle propriété ne souriait pas, proposa le nom de *calorification*, et classa la fonction à laquelle il le donna parmi celles de la vie organique, telles que la nutrition, les exhalations, les sécrétions. La calorification était donc pour lui une sécrétion de calorique, et il en plaça le siége, non dans le poumon avec Lavoisier, mais dans le système capillaire général. Il ne croit pas devoir s'occuper à réfuter l'*hypothèse* des chimistes, si insuffisante, dit-il, pour expliquer tous les phénomènes de la chaleur animale, que tout esprit méthodique peut le faire sans lui.

» On est vraiment d'autant plus affligé à la fois et surpris de voir Bichat combattre ainsi la théorie de Lavoisier que, dans son bel ouvrage sur *la Vie et la Mort*, il a consacré un chapitre tout entier *aux fonctions chimiques du poumon*. Il rattache à ces fonctions la conversion du sang noir en sang rouge. Or ce phénomène, dont il reconnaît la nature chimique, n'est certes pas d'une importance médiocre, puisque sa suppression détermine subitement une mort momentanée, immédiatement suivie d'une sorte de résurrection, lorsque le phénomène, un instant supprimé, se rétablit. Les expériences de Bichat à ce sujet sont restées justement célèbres : elles ont mérité de faire époque dans l'histoire de la Physiologie expérimentale.

» De ces fonctions chimiques des poumons, dont la conversion du sang noir en sang rouge est l'effet, à la théorie chimique de la respiration et de la calorification animale, combattue par Bichat, il n'y avait cependant qu'un pas. On ne peut s'empêcher de regretter profondément que l'auteur de l'*Anatomie générale* n'ait pas franchi ce pas, qui n'avait rien de périlleux. En effet, unis par les liens et pour ainsi dire par la fraternité du génie, Bichat et Lavoisier auraient dû l'être aussi par cette communauté de doctrine, en fait de respiration et de calorification animale. Mais les temps n'étaient pas encore venus où le triomphe de la théorie de Lavoisier, du moins sous le rapport de son principe fondamental, serait universellement proclamé.

» Parmi les arguments les plus malheureux de Bichat, à l'appui de sa théorie *vitaliste* ou antichimique de la production de la chaleur animale, on peut, sans contredit, citer cette différence de nature qu'il prétend exister entre les chaleurs propres aux divers systèmes de l'économie. Suivant lui, c'est en vertu de ce *mode de chaleur* particulier à chaque système que, dans son inflammation, chacun des systèmes fait naître pour ainsi dire un sentiment particulier. Comparez, dit-il, la chaleur *âcre et mordicante* de l'érysipèle à celle du phlegmon ; appliquez la main sur la peau dans les différentes fièvres, vous verrez que chacune est marquée par *un mode parti-*

culier de chaleur. Les corps animaux seuls présentent *ces variétés de nature dans la chaleur :* les minéraux n'offrent que des variétés d'intensité. « Jamais, poursuit-il, les chimistes n'appliqueront leurs théories à ces *changements morbifiques de la chaleur*, sans y trouver nécessairement un écueil insurmontable. »

» Bichat aurait eu parfaitement raison si « ces changements morbifiques de la chaleur, ces variétés dans la nature de la chaleur des animaux, ce mode de chaleur particulier aux différents organes, » eussent existé réellement. Mais il n'en est rien ; et, sous le rapport de leur chaleur, les animaux comme les minéraux n'offrent que des variétés d'intensité. Ce qui a induit en erreur ce grand physiologiste, c'est qu'il a confondu avec la sensation de la chaleur perçue par la main appliquée sur la peau avec d'autres sensations très-différentes, telles que celles d'*âcreté*, de *mordication*, également perçues par cet organe. Mais sous le point de vue de la chaleur explorée, abstraction faite de toute autre cause de sensation tactile, la main, sorte de thermomètre vivant et sentant, ne fournit à notre esprit que des différences de plus ou de moins.

» C'est sans doute par une erreur du même genre que l'auteur d'un traité classique de *Pathologie générale*, d'ailleurs estimable, avait enseigné que le thermomètre ordinaire était inhabile à nous faire apprécier la chaleur animale. Assurément il ne nous fait pas apprécier ces sensations d'*âcreté* ou de *mordication*, qui peuvent être perçues par la main en même temps que la chaleur animale avec laquelle elles peuvent coïncider. Ce serait un vrai prodige qu'un thermomètre doué d'une pareille vertu ; mais il nous fait connaître, avec la même précision, et la température animale et la température minérale. J'ose affirmer que Bichat n'aurait pas laissé à d'autres le soin de corriger l'erreur que nous venons de signaler, échappée à son beau génie, s'il lui eût été donné de poursuivre à l'Hôtel-Dieu, dont il avait été nommé médecin, cette carrière de la clinique médicale dans laquelle il avait déjà commencé à s'illustrer. Mais toujours à la brèche sur ce champ de bataille, comme sur ceux de l'anatomie générale et descriptive, de la physiologie et même de la matière médicale, il ne tarda pas à être frappé d'un coup mortel, et ce conquérant, à sa manière, mourut, comme un autre Alexandre, à l'âge de trente et un ans, laissant après lui une renommée sans tache, sans égale parmi les médecins de nos temps modernes.

III.

» J'ai dit plus haut que le thermomètre ne nous faisait pas moins bien apprécier la température animale que la température minérale elle-même. Il ne sera peut-être pas hors de propos d'entrer dans quelques détails à cet égard. L'usage régulier, habituel et journalier de cet instrument dans l'enseignement clinique ne date pas d'une époque séculaire; il remonte déjà cependant à une quarantaine d'années, et l'honneur, *si c'en est un*, de cette innovation appartient à l'École clinique française. Il n'est pas inutile de rappeler ce petit fait historique, car il s'en faut qu'il soit assez connu de tout le monde.

» Quoi qu'il en soit, grâce à ce précieux instrument, nous savons que chez l'homme la température normale, prise sous l'aisselle, est de 37° ½ C. environ, et que, dans certaines maladies (fièvres, inflammations), cette température peut s'élever graduellement de ce chiffre à celui de 43 degrés C. environ, tandis que, dans certaines autres maladies, dont le choléra, sous sa forme algide, peut être donné comme un des principaux types, cette même température peut s'abaisser de quelques degrés au-dessous de 37° ½ C. Par exemple, dans un cas de choléra *nostras*, observé cette année (1872) dans mon service de la Charité, la température de l'aisselle du malade, à la période algide, n'était que de 36 degrés C.

» Nous n'avons pas, à l'exemple de quelques autres expérimentateurs, tels que Breschet et M. Becquerel père, M. Cl. Bernard, etc., fait de recherches sur les différences de température entre les divers organes intérieurs; mais nous en avons fait un assez grand nombre sur les différences de ce genre entre les diverses régions de l'extérieur du corps, lesquelles, selon qu'elles sont plus ou moins exposées au contact de l'air et de quelques autres agents dont la température est inférieure à celle du corps humain, offrent un refroidissement dont les degrés varient.

» En hiver, où la température de l'air peut descendre à zéro et à plusieurs degrés au-dessous, les mains et les pieds, lorsque ces parties n'ont pas été préservées du contact de ce gaz, ont une température qui diffère d'un grand nombre de degrés de celle de l'aisselle. C'est ainsi que le 22 décembre 1871, journée très-froide (le thermomètre était descendu de 12 à 15 degrés au-dessous de zéro), la température de mes mains n'était que de 26 à 27 degrés, tandis que celle de mon aisselle était à 36-37 degrés.

» Dans ces temps où la température atmosphérique est descendue ainsi à plusieurs degrés au-dessous de zéro, et qu'elle est par conséquent infé-

rieure de 40, de 50 degrés et même plus à la température normale de notre corps, comment les divers foyers où se produit la chaleur normale concourent-ils à fournir la somme de chaleur nécessaire pour remplacer celle qui nous est ainsi enlevée par l'air dont nous sommes environnés de toutes parts? C'est là un très-important et beau problème à résoudre.

IV.

» A partir de l'époque où vivait Magendie, l'une des gloires physiologiques de cette Académie, on peut dire que la théorie antichimique de la production de la chaleur animale a disparu sans retour du domaine de la vraie physiologie.

» Longet, dont nous déplorons la perte récente et si prématurée, et M. Cl. Bernard, illustres continuateurs de Magendie, sont restés fidèles au principe essentiel ou fondamental de la théorie de la combustion respiratoire. Seulement, à l'exemple de plusieurs de leurs prédécesseurs, ils n'ont pas cru pouvoir, comme l'avait fait Lavoisier, placer dans le poumon lui-même le foyer de la combustion respiratoire.

» En présence de tels maîtres, il ne resterait sans doute qu'à s'incliner. Et pourtant, encore ébloui, et pour ainsi dire fasciné par ce passage de Lavoisier qu'il a cité plus haut, on ne se sent pas capable de renoncer encore entièrement à cette partie de sa doctrine, abandonnée par Longet, M. Cl. Bernard et tant d'autres. Il y aurait peut-être, à cette occasion, à adresser quelques questions à ces *dissidents* de Lavoisier; mais on craint de donner trop d'étendue à cette Note.

» Nous courrions le risque, après avoir combattu l'ultra-vitalisme, d'être accusé de l'excès contraire, si, après avoir parlé de l'élément chimique de la respiration, nous ne disions quelques mots de son élément essentiellement *physiologique*, *biologique* ou *vital*. Cet élément se dédouble en quelque sorte en deux autres.

» Le premier comprend ce que l'on désigne sous le nom de phénomènes mécaniques de la respiration, phénomènes soumis à l'influence d'un centre nerveux spécial, qui en est comme le principe législateur ou coordinateur. Ce sont ces mouvements qui président à l'inspiration et à l'expiration, c'est-à-dire à l'introduction de l'air dans le *soufflet* pulmonaire et à son expulsion de ce même *soufflet*. Je me sers d'autant plus volontiers de ce nom qu'il est en parfaite conformité avec la théorie de la combustion respiratoire, telle que l'a formulée Lavoisier, lequel a placé dans le poumon lui-même le principal foyer de cette combustion. Sous le rapport de son jeu ou de son

mécanisme, ce soufflet respiratoire n'est assurément pas moins divin que ces soufflets des forges de Vulcain dont nous parle la Fable.

» Le second élément respiratoire, de l'ordre vital ou physiologique, plus transcendant encore que le premier, c'est cette faculté connue sous le nom de *besoin*, d'*instinct* ou de *sens* de la respiration, instinct d'où est venu ce nom d'*instinctifs* donné aux mouvements coordonnés d'*inspiration* et d'*expiration* dont nous avons parlé tout à l'heure. Ce besoin de respirer, le plus impérieux de tous ceux que nous possédons, est aussi le premier né, et je puis bien ajouter inné, car je ne sache pas que, pour respirer et crier, comme il le fait au moment où il s'échappe des entrailles maternelles, l'enfant ait eu d'autre maître que la nature et son suprême auteur.

» Nous ne pouvons qu'effleurer en passant ces questions, dont l'étude ne serait pas à sa place ici.

» Quoi qu'il en soit, l'homme n'est donc pas seulement double (*homo duplex*), mais en quelque sorte triple. Il est gouverné par *trois pouvoirs, étonnés*, eux aussi, du nœud qui les rassemble : en effet, si les phénomènes physico-chimiques ne peuvent s'exercer que sous l'influence des phénomènes mécaniques et de l'instinct qui les régit, de même ces derniers phénomènes ne peuvent s'opérer, à leur tour, qu'à la condition des modifications qu'a reçues le sang pendant le travail de la respiration, lequel, ainsi modifié, constitue, comme on l'a dit aussi de l'air, le *pabulum vitæ*, l'aliment de la vie. Quelle est la merveilleuse *tangente* ainsi placée entre des cercles de phénomènes essentiellement distincts? Qui dénouera jamais ce nœud gordien d'un genre nouveau? Et quel autre Alexandre pourra du moins le trancher?

» A défaut de cette connaissance, qu'il nous suffise, du moins, de savoir qu'il existe, dans l'homme, trois ordres de phénomènes, de lois et de propriétés ou de forces essentiellement distincts. Confondre ces trois choses ou seulement prétendre les *transformer* les unes dans les autres, ce serait, pour me servir d'une expression familière à Bichat, commettre un véritable contre-sens. Une telle transformation n'est pas moins *illogique* ou, ce qui est la même chose, impossible, que la *transmutation* des métaux ou le *transformisme* des espèces. »

« M. Serret appelle l'attention de l'Académie sur un ouvrage de M. *Emile Mathieu*, qui a été présenté dans l'une des dernières séances, et qui a pour titre : « Cours de Physique mathématique ».

» Le livre dont M. Émile Mathieu a tenu à faire hommage à l'Académie

tire son origine des leçons professées par l'auteur dans un cours complémentaire institué à la Sorbonne, il y a quelques années, par M. le Ministre de l'Instruction publique. M. Mathieu a pleinement justifié la confiance qui lui fut témoignée en cette occasion, et l'ouvrage, dans lequel il publie aujourd'hui le résultat de ses études sur les méthodes d'intégration usitées dans les recherches de Physique mathématique, est appelé, sans nul doute, à rendre d'importants services aux personnes qui s'occupent de cette branche des Mathématiques appliquées. »

MÉMOIRES LUS.

GÉODÉSIE. — *Prolongation de la méridienne de France jusqu'au Sahara, par la jonction trigonométrique de l'Algérie avec l'Espagne;* par **M. F. Perrier** (1).

« Lorsque MM. Biot et Arago prolongeaient la méridienne de France depuis Barcelone jusqu'aux îles Baléares, ils entrevoyaient déjà la possibilité de l'étendre plus loin encore vers le sud, par-dessus la Méditerranée, jusqu'aux cimes de l'Atlas algérien. On lit, en effet, dans l'introduction au Recueil des observations géodésiques faites en Espagne :

« Enfin notre opération aura peut-être dans l'avenir des conséquences plus étendues. Si jamais la civilisation européenne parvient à s'implanter sur les côtes d'Afrique, *rien ne sera plus facile* que de traverser la Méditerranée par quelques triangles, en prolongeant notre chaîne dans l'Ouest jusqu'à la hauteur du cap de Gata; après quoi, remontant la côte d'Afrique jusqu'à Alger, qui se trouve à peu près sous le méridien de Paris, on pourra mesurer la latitude et porter l'extrémité australe de notre méridienne sur le sommet du mont Atlas. »

» En s'exprimant ainsi, MM. Biot et Arago voulaient dire qu'on pourrait aisément jeter quelques triangles par-dessus le détroit de Gibraltar, pour passer d'Europe en Afrique et suivre ensuite la côte depuis Ceuta jusqu'à Alger : une semblable opération ne saurait présenter de grandes difficultés, le jour où les Européens occuperaient la côte septentrionale de l'Afrique; mais, de nos jours, elle serait encore impraticable.

» C'est le colonel Levret qui a songé le premier à porter directement la méridienne de France, d'Espagne en Algérie, sans s'astreindre à passer par

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

le détroit de Gibraltar. Dans le deuxième supplément du tome IX du *Mémorial du Dépôt de la Guerre*, il a montré, par des calculs suffisamment exacts, en partant des altitudes connues et des distances approchées des sommets d'Espagne et de ceux de l'Algérie, placés en regard de la côte espagnole, que la trajectoire des rayons visuels allant d'Espagne en Algérie n'est pas interceptée par la courbure de la Terre, et que la jonction des réseaux géodésiques des deux pays est possible, malgré l'énorme distance qui les sépare. M. Levret a même désigné 4 points : Sico Lobo et Velez Rubio en Espagne, Murdjadjo et Nedroma en Algérie, qui formeraient un quadrilatère de jonction des deux continents. Mais, entre les résultats de ces calculs, qui ne constituent, à vrai dire, que des appréciations théoriques, et le point de fait, il y avait lieu de craindre qu'il n'y eût place pour l'impossibilité. La reconnaissance, que j'ai exécutée sur le terrain même, pouvait seule donner, à cet égard, une certitude complète, en permettant de préciser les noms et les positions des sommets, ainsi que les longueurs des côtés du réseau hispano-algérien.

» Au printemps de l'année 1868, pendant que j'étais occupé à choisir les points et à faire construire les signaux de la chaîne algérienne comprise entre Oran et le Maroc, j'avais vainement cherché à découvrir la côte espagnole, dont les Arabes et même des colons algériens m'affirmaient, avec force serments, la fréquente visibilité. J'espérais cependant que la saison d'automne serait plus propice, et que les premières pluies, faisant disparaître les brumes, viendraient rendre à l'atmosphère quelque transparence. Mes prévisions ne tardèrent pas à être justifiées. Le 18 octobre, peu de jours après la reprise des opérations, j'étais au Seba Chioukh, près de l'embouchure de la Tafna; vers 5 heures du soir, au moment où, les observations d'angles et de hauteurs étant terminées, je me disposais à rentrer à Tlemcen, le vent changea presque subitement de direction pour passer de l'ouest-sud-ouest au nord-ouest, et j'aperçus alors *très-distinctement, à l'œil nu,* une crête qui se profilait dans le lointain vers le nord-ouest, sous la forme d'une ligne dentelée présentant deux renflements bien accentués. Le doute n'était pas possible. C'était bien la côte espagnole qui apparaissait devant moi, et d'une manière si nette que je pouvais distinguer, à la vue simple, les parties des massifs montagneux qui étaient dans l'ombre et celles qui se trouvaient en pleine lumière. Séduit par l'imprévu et par la grandeur incomparable du spectacle qui se déroulait à mes yeux, et malgré la fatigue extrême dont j'étais atteint après une journée d'observations pénibles, je me hâtai de replacer mon cercle en station et de prendre les

azimuts, par rapport au sommet du Tessala encore bien visible, et les distances zénithales des deux points culminants de la crête dont j'avais déjà dessiné le profil, ainsi que la distance zénithale de l'horizon de la mer.

» Quelques jours après, en continuant ma tournée, au mont Filhaoussen d'abord, et successivement au Nador de Tlemcen, au Zendal et au Bem Saabia, grâce à un concours heureux de circonstances atmosphériques très-favorables, je pus contempler encore, mais seulement vers le soir, comme au Seba Chioukh, la même arête dentelée, facilement reconnaissable, et mesurer en chacun de ces points les azimuts relatifs au Tessala, ainsi que les distances zénithales des deux sommets déjà visés et de l'horizon de la mer.



» A ma rentrée en France, au mois de janvier 1869, je rapportai, sur un dessin fait à une grande échelle, la côte algérienne et les points trigonométriques de la province d'Oran, d'où j'avais aperçu l'Espagne, ainsi que

la côté espagnole, et quelques détails topographiques faisant connaître la direction des sierras de Grenade et de Murcie et la position approchée des points culminants.

» C'est ce dessin que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. En traçant les directions observées vers l'Espagne, de Bem Saabia, Seba Chioukh, Nador et Filhaoussen, j'ai obtenu des lignes qui convergent vers deux régions réduites et bien distinctes, ce qui prouve tout d'abord qu'on a toujours visé les deux mêmes sommets. En prenant les centres de gravité des petits polygones formés par les intersections des rayons vecteurs, j'ai pu fixer les positions les plus probables de ces sommets. Or, ces positions coïncident presque identiquement, autant, du moins, qu'on peut le désirer dans une représentation graphique, avec celles qui sont assignées par la carte espagnole du colonel Cuello, aux deux points culminants des sierras de la province de Grenade. On peut donc affirmer que les deux points recoupés en Espagne sont le *Mulahaçen* de la sierra Nevada, et le pic de Sagra, de la sierra de ce nom, entre Huescar, au sud, et Puebla de don Fabrique, au nord.

» De Mulahaçen, on voit le pic de Sagra; indépendamment des renseignements affirmatifs que j'ai pu recueillir en Espagne, il suffit, pour s'en convaincre, de jeter les yeux sur la carte du colonel Cuello. Ces deux points appartiennent au réseau primordial de la péninsule ibérique; ils ne sont pas, il est vrai, compris dans un même triangle, à cause de l'énorme distance qui les sépare; mais il sera aisé aux officiers espagnols de rattacher, par une triangulation spéciale, le côté qu'ils déterminent à l'un des côtés de leur réseau.

» De même, en Afrique, tous les points du quadrilatère formé par Bem Saabia, Tessala, Filhaoussen et Nador étant réciproquement visibles entre eux, et les trois derniers faisant partie de la chaîne primordiale, on pourra, sans peine, en partant de la base d'Oran, déterminer, au moyen d'un réseau de triangles bien conformés, les longueurs des deux côtés : Bem Saabia — Filhaoussen, et Bem Saabia — Nador, sur lesquels viennent s'appuyer, en Algérie, trois des grands triangles méditerranéens.

» Cela étant, j'ai pu former le réseau de jonction des deux continents d'Europe et d'Afrique. En laissant de côté le point de Seba Chioukh, qui est surabondant et donnerait lieu, du reste, à des triangles de forme défectueuse, et en négligeant la direction Nador-Sagra, qui rase de trop près l'horizon de la mer, j'ai obtenu cet immense pentagone formé par les cinq sommets de Mulahaçen, Sagra, Bem Saabia, Filhaoussen et Nador,

dont tous les côtés et les diagonales, moins une, représentent des directions à observer.

» Afin d'avoir une valeur approchée des longueurs des côtés de ce réseau, j'ai calculé les grands triangles qui s'appuient sur les côtés algériens et dans lesquels on connaît un côté, donné d'une manière suffisamment exacte par la carte de l'Algérie, au $\frac{1}{200000}$, et les deux angles adjacents qui sont des différences des azimuts observés, et j'ai ainsi trouvé, en nombres ronds, pour les côtes maritimes :

Mulahaçen—Filhaoussen..........	273 400 mètres
Mulahaçen—Nador................	314 500 »
Mulahaçen—Bem Saabia...........	272 200 »
Sagra—Filhaoussen..............	313 300 »
Sagra—Bem Saabia...............	271 000 »

» Les longueurs des côtes terrestres sont :

Bem Saabia—Filhaoussen.........	105 800 mètres
Bem Saabia—Nador...............	104 800 »
Mulahaçen—Sagra................	113 500 »

» Connaissant ces longueurs approchées et les distances zénithales observées, et attribuant au coefficient de la réfraction la valeur 0,08, j'ai calculé, par la formule

$$dW = K \cot\Delta + \frac{0,42}{\rho} K^2,$$

les altitudes des sommets espagnols, et j'ai trouvé :

Pour Mulahaçen.................	3606 mètres
Pour Sagra.....................	2530 »

» Le colonel Cuello donne :

Pour Mulahaçen.................	3554 mètres
Pour Sagra.....................	2398 »

» Les différences entre nos résultats et les données du colonel Cuello n'ont rien de surprenant, car une erreur de 1 centième dans la valeur attribuée au coefficient de la réfraction entraîne une erreur de 100 mètres environ sur l'altitude d'un point situé à 250 kilomètres. On peut même dire qu'elles sont assez petites (51 et 132 mètres) pour fournir une nouvelle preuve de l'identité des sommets visés avec Mulahaçen et Sagra.

» Ainsi, il est possible de traverser la Méditerranée au moyen de trian-

gles gigantesques, dépassant en longueur tous ceux qui ont été tentés jusqu'ici, et la liaison des deux continents d'Europe et d'Afrique ne repose plus seulement sur des calculs approximatifs, elle est démontrée par une reconnaissance complète exécutée sur les lieux mêmes.

» En présence de la longueur démesurée des côtés qui relient l'Algérie avec l'Espagne, deux questions s'imposent à l'esprit :

» Les signaux seront-ils visibles à de pareilles distances avec les lunettes des instruments de Géodésie?

» Les rayons visuels ne raseront-ils pas de trop près l'horizon de la mer et les crêtes situées à l'intérieur du pentagone de jonction?

» Il est incontestable que des signaux ordinaires, en bois ou en charpente, échapperaient à toute observation; il faudra recourir aux signaux solaires pendant le jour, et aux feux électriques pendant la nuit. Les signaux héliotropiques sont visibles à des distances énormes; des miroirs ayant 1 décimètre carré seulement de surface apparaissent à l'œil nu jusqu'aux distances de 80 et même 100 kilomètres. Il y a quelques années, les officiers espagnols ont opéré la liaison des îles Baléares avec le continent, en employant des miroirs plans argentés de 12 centimètres de côté, et des lunettes grossissant environ trente fois. Les mêmes miroirs seraient certainement visibles entre l'Algérie et l'Espagne; mais, afin de compenser les déperditions de lumière produites par l'épaisseur des couches d'air et par les vapeurs de la mer, il serait prudent d'augmenter les dimensions des glaces réfléchissantes et le pouvoir amplifiant des lunettes. Des glaces de 2 décimètres de côté fourniraient des images qu'on pourrait pointer d'une manière très-précise, comme celles des étoiles de petite grandeur, avec des lunettes grossissant cinquante à soixante fois. Quant aux feux électriques, ils sont aussi visibles à des distances prodigieuses; on pourra les combiner très-utilement avec les signaux solaires, de manière à profiter à la fois des belles journées et des nuits sereines, et l'on abrégera ainsi d'une manière très-notable la durée des observations.

» La comparaison des distances zénithales des sommets visés, avec celles de l'horizon de la mer, montre que les rayons visuels ne rasent pas la surface des eaux. J'ai obtenu pour les distances zénithales de l'horizon de la mer :

A Filhaoussen..........	$Z = 101^{\circ},17$	$H = 1140'$
A Bem Saabia..........	$Z = 100,83$	$H = 585$
A Nador..............	$Z = 101,31$	$H = 1580$

et pour les distances zénithales des points espagnols :

De Mulahaçen	à Filhaoussen........	$\Delta = 100^\circ,56$
	à Bem Saabia........	$\Delta = 100,46$
	à Nador.............	$\Delta = 100,90$
De Sagra....	à Filhaoussen........	$\Delta' = 100,03$
	à Bem Saabia........	$\Delta' = 100,68$

» La différence minima est, on le voit, de 15 minutes centésimales à Bem Saabia dans la direction de Sagra, et comme la tangente émanée de ce point touche l'horizon de la mer à 93 kilomètres environ de distance, il en résulte que le rayon de visée sur Sagra, à l'endroit de sa trajectoire où il se rapproche le plus de la mer, est élevé de plus de 200 mètres au-dessus de la surface des eaux.

» Du côté de l'Algérie, j'ai pu constater qu'il n'y a aucune réfraction latérale à craindre, et il en est évidemment de même du côté de l'Espagne, où les sierras successives sont disposées en gradins, présentant des différences de niveau considérables. Il n'y a donc pas lieu de craindre des réfractions anormales dans le trajet des rayons lumineux d'Algérie en Espagne.

» Toutes les conditions du problème de la jonction des deux continents étant ainsi précisées, il ne reste plus qu'à faire les observations définitives.

» La possibilité de passer directement des sierras de Grenade aux sommets de l'Atlas est un fait désormais acquis à la science. D'un autre côté, la triangulation espagnole, poussée avec activité, ne tardera pas à s'étendre sans interruption depuis les Pyrénées jusqu'aux rivages qui font face à l'Afrique, et, en même temps, la chaîne méridienne d'Alger, déjà déterminée jusqu'à Djelfa, sera bientôt poussée jusqu'à Laghouat et même au delà, dans les profondeurs du Sahara.

» On peut donc espérer que dans peu d'années les bases géodésiques de la Grande-Bretagne, de la France, de l'Espagne et de l'Algérie, rapportées à un étalon unique de longueur, seront reliées entre elles par une chaîne continue de triangles, et la méridienne de France, déjà prolongée vers le nord à travers le Pas-de-Calais, l'Angleterre et l'Écosse jusqu'aux îles Shetland, poursuivie en Espagne par les officiers de ce pays, gagnera le continent africain et s'étendra jusqu'au Sahara, par une amplitude voisine de 30 degrés, soit environ le tiers du quart d'un méridien terrestre.

» En prenant la part qui lui revient de droit dans l'exécution des grands travaux à accomplir, la France peut faire d'une manière digne d'elle sa rentrée dans le mouvement géodésique européen, et opposer, à l'arc russe et à l'arc mesuré dans l'Europe centrale, un arc non moins important, l'arc

français, qui, traversant des plaines, des montagnes très-élevées, la mer du Nord et la Méditerranée, fournira à la science un vaste champ d'études nouvelles et d'investigations utiles. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur la production naturelle des azotates et des azotites. Application de l'engrais minéral à l'horticulture*; par M. **Jeannel**.

(Commissaires : MM. Boussingault, Decaisne, Duchartre.)

« Beaucoup de physiologistes et d'horticulteurs mettent encore en doute la possibilité d'élever des plantes dans un sol stérile en leur fournissant une nourriture artificielle composée de substances minérales dissoutes dans l'eau. La présente Communication a pour but de démontrer par des expériences :

» 1° Qu'il se forme des azotates ou des azotites naturellement dans la terre végétale au contact de l'air;

» 2° Qu'il est possible de nourrir des plantes avec des solutions minérales, convenablement préparées, et de leur offrir ainsi les éléments solides dont elles ont besoin pour se constituer, de telle sorte qu'elles végètent beaucoup mieux dans le sable pur que dans le meilleur terreau.

» C'est la confirmation des idées avancées par M. Boussingault en 1856, à l'occasion de ses expériences sur la végétation de l'*Helianthus*, lorsqu'il disait que la plante assimile les éléments minéraux et n'a pas besoin d'un sol contenant une matière organique putrescible; c'est aussi la confirmation des expériences de M. Ville, démontrant l'importance agricole des engrais chimiques. J'ai d'ailleurs utilisé et modifié les idées de M. Boussingault, de Millon et de Schœnbein sur la production naturelle des combinaisons oxygénées d'azote.

» § I. — J'ai d'abord reconnu les conditions naturelles de la formation des azotates dans le sol arable, sans intervention d'ammoniaque, aux dépens des éléments de l'air et leur réduction par l'humus.

» Je me suis servi du réactif de Schœnbein (solution d'amidon iodurée, additionnée d'acide sulfurique), qui donne une coloration bleue en présence des azotites. Au moyen de ce réactif, j'ai constaté les faits suivants :

» Les premières eaux dont on lave la terre végétale ou le terreau, dans l'appareil à déplacement, fournissent toujours la réaction des azotites. Il faut employer, en moyenne, une quantité d'eau distillée égale à 12 fois le poids de la terre ou du terreau, pour que l'eau de lavage cesse de fournir la réaction des azotites.

» La terre végétale ou le terreau, épuisés par l'eau distillée, étant séchés à l'air libre ou à l'étuve, récupèrent les azotites, facilement reconnaissables par le réactif de Schœnbein dans l'eau dont on les lave.

» La terre de bruyère et les sols sablonneux qui ne sont pas effervescents avec les acides ne récupèrent pas les azotites par la dessiccation; mais, si on les additionne de carbonate de chaux, qu'on les humecte et qu'on les fasse sécher, l'eau dont on les lave fournit alors la réaction des azotites.

» En faisant passer, à travers la terre végétale ou le terreau épuisés par l'eau, une solution d'azotates de potasse et d'ammoniaque à $\frac{5}{1000}$, j'ai constaté que les azotates sont retenus; 1 kilogramme de terre végétale, qui exige environ la moitié de son poids d'eau pour s'humecter, garde environ les $\frac{4}{5}$ des sels solubles contenus dans le premier litre de solution d'azotates à $\frac{5}{1000}$ qui le traverse. L'azotate d'ammoniaque est retenu par la terre en plus forte proportion que l'azotate de potasse.

» Au contact de l'humus, des feuilles mortes ou de la paille, les azotates alcalins sont réduits, du jour au lendemain, à l'état d'azotites. Cette réduction est tellement nette, que les feuilles mortes lavées à l'eau distillée rendent très-sensible par le réactif de Schœnbein les azotates naturellement contenus dans l'eau des puits de Paris.

» Ces faits me paraissent appuyer les conclusions suivantes :

» 1° L'humus calcaire ou la terre végétale, en séchant, détermine la combinaison des éléments de l'air, sans intervention d'ammoniaque, à l'état d'acide azotique ou azoteux immédiatement saturés par la chaux. Ainsi s'explique la stérilité des terres privées de chaux, la stérilité des tourbes pures et l'utilité des amendements calcaires.

» 2° L'azotate d'ammoniaque apporté par la rosée et la pluie (Millon, Schœnbein) est retenu par l'humus dans les couches superficielles du sol, avec les azotites incessamment renouvelés dans l'humus calcaire aéré, en raison des alternatives d'humidité et de sécheresse atmosphériques.

» 3° Ce renouvellement des combinaisons oxygénées d'azote dans l'humus calcaire est un fait capital, qui rend compte de la fertilisation exceptionnelle des terres par les alternatives fréquentes de pluie et de chaleur, comme en 1872; ces alternatives équivalent à un apport d'engrais. Ce renouvellement réitéré et l'affinité singulière de l'humus pour les sels solubles, et surtout pour les sels ammoniacaux, expliquent l'accumulation des principes fertilisants dans les jachères; ils expliquent aussi les effets fertilisants des labours, des binages, etc., qui multiplient les surfaces exposées aux alternatives d'humidité et de sécheresse.

» § II. — J'ai cherché à vérifier ces théories par diverses expériences horticoles, dont je présente les spécimens à l'Académie.

» 1re série. *Plantes élevées comparativement dans le sable et dans le terreau.* — Les plantes dans le sable ont reçu, chaque semaine, outre les arrosements à l'eau commune, une ration de quelques décigrammes d'engrais minéral en dissolution; les plantes dans le terreau n'ont reçu que l'eau commune. Des assiettes étaient placées sous les vases, afin de prévenir la déperdition des sels solubles.

» Je présente dans ces conditions, comme spécimen, deux plants de *Pelargonium zonale* et deux plants d'*Agave corniculata,* qui étaient exactement de même force au mois d'avril dernier. Le *Pelargonium* élevé dans le sable est quatre fois plus développé que celui qui a vécu dans le terreau, et a donné, pendant toute la belle saison, une riche floraison. L'*Agave* élevé dans le sable est double de la plante similaire élevée dans le terreau.

» 2e série. *Plantes élevées dans le sable,* les unes recevant la ration hebdomadaire de solution minérale, les autres ne recevant que de l'eau commune. — Je présente, dans ces conditions, plusieurs *Arum italicum,* comme spécimen d'un grand nombre d'expériences faites l'été dernier sur des plantes de diverses familles et qui ont donné des résultats analogues : *Lierres, Begonias, Tradescantias, Véroniques, Sauges, Maïs, Hartwegia,* etc. Les plantes dans le sable, sans engrais minéral, ont végété misérablement ou sont mortes; les plantes nourries d'engrais minéral ont végété de la manière la plus brillante.

» 3e série. *Plantes cultivées dans le terreau,* les unes recevant, outre l'eau commune, une ration hebdomadaire d'engrais minéral, les autres ne recevant que l'eau commune. — Je présente comme spécimen, dans ces conditions, deux échantillons de *Sedum acre;* celui qui a reçu, chaque semaine, deux décigrammes d'engrais minéral est deux fois plus développé que l'autre.

» 4e série. *Plantes qui ont végété toujours dans le même sol depuis deux ans* (non rempotées, comme disent les jardiniers), et qui ont pris un développement hors de toute proportion avec les vases qui les contiennent. — Je présente, comme spécimen, un *Aspidistra elatior* et un *Arum esculentum.*

» L'engrais minéral dont je me suis servi, et que j'ai composé d'après l'analyse élémentaire du froment et du fumier de ferme, et en admettant que la terre végétale fonctionne comme une nitrière fixant incessamment l'azote et l'oxygène de l'air, est ainsi formulé :

Azotate d'ammoniaque	400
» de potasse	250
Biphosphate d'ammoniaque	200
Chlorhydrate d'ammoniaque	50
Sulfate de chaux (plâtre)	60
Sulfate de fer	40
	1000

» Pulvérisez; mêlez.

» Le mode d'emploi que j'ai adopté est le suivant : Faites dissoudre 4 grammes du mélange salin dans un litre d'eau; distribuez aux plantes, chaque semaine, à raison de 25 à 150 grammes de cette solution (soit 1 à 6 décigrammes de sel solide), selon le développement de la plante.

» *Conclusions.* — 1° Les plantes peuvent recevoir leur nourriture sous forme de solutions artificielles de sels minéraux; 2° l'horticulture pourra tirer grand parti d'un mode de culture qui dispense des soins du rempotage, qui rend indifférente la composition du sol, pourvu qu'il offre aux racines un support stable et perméable, et qui permet d'alimenter les plantes à volonté, selon leurs besoins. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Théorie élémentaire des intégrales d'ordre quelconque et de leurs périodes* (suite et fin). Mémoire de **M. Max. Marie.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Hermite, O. Bonnet, Puiseux.)

« *Des périodes des intégrales d'ordre quelconque.* — En supposant d'abord, comme dans les deux cas précédents, que l'équation $f(x, y, z, \ldots, \mathrm{F}) = 0$ ait tous ses coefficients réels, on démontrera de la même manière que les périodes de l'intégrale $\Sigma\, \mathrm{F}\, dx\, dy\, dz \ldots$ seront réelles, ou imaginaires sans parties réelles.

» Les périodes réelles seront les valeurs de l'intégrale correspondant aux systèmes de valeurs réelles des $n+1$ variables $x, y, z, \ldots, \mathrm{F}$, formant des ensembles fermés, s'il y en a, ou se rejoignant à l'infini.

» Par exemple, l'intégrale

$$d\int\!\!\int\!\!\int dx\, dy\, dz \sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}-\frac{z^2}{c^2}},$$

aura pour période réelle

$$d\int_{-a}^{+a} dx \int_{-b\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}}}^{+b\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}}} dy \int_{-c\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}}}^{+c\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}}} dz \sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}-\frac{z^2}{c^2}}.$$

» Mais on pourra substituer à un pareil système fermé de valeurs réelles tout autre système fermé de solutions imaginaires de l'équation

$$f(x, y, z, \ldots, F) = 0,$$

qui seraient suffisamment voisines des précédentes.

» Les périodes imaginaires seront les valeurs de l'intégrale correspondant aux systèmes des valeurs imaginaires, conjuguées deux à deux, des $n+1$ variables x, y, $z, \ldots, F$, que l'on obtiendrait en formant les solutions communes à l'équation

$$f(x, y, z, \ldots, F) = 0,$$

et aux n équations

$$\begin{aligned} F &= Cx + d, \\ F &= C_1 y + d_1, \\ F &= C_2 z + d_2, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ F &= C_{n-1} + d_{n-1}, \end{aligned}$$

dans lesquelles C, C_1, $C_2, \ldots, C_{n-1}$ resteraient constants, et où l'on ferait varier d, d_1, $d_2, \ldots, d_{n-1}$ entre les limites auxquelles correspondraient des valeurs doubles de F.

» L'intégrale, d'ailleurs, sera indépendante du système des valeurs attribuées à C, C_1, $C_2, \ldots, C_{n-1}$.

» Tout se réduit encore à faire voir que l'intégrale correspondant à un pareil système de valeurs des variables et de la fonction ne sera pas nulle. Or, en prenant pour limite l'ensemble des valeurs réelles de x, y, $z, \ldots, F$, par lequel se rejoindront nécessairement les deux systèmes de valeurs imaginaires conjuguées, on aura, pour la valeur de l'intégrale totale,

$$I = I' - I'' = \sqrt{-1}\,(U - U') + 4U'_1\sqrt{-1}.$$

Mais U'_1 désigne une somme d'intégrales renfermées dans l'un des deux types $\Sigma\alpha_n P_3$ et $\Sigma\beta_n P_2$, et toutes ces intégrales seront séparément nulles, en raison du choix intervenu dans le système de solutions imaginaires considéré.

» En effet, $\Sigma\alpha_n P_2$ est une somme d'intégrales de la forme

$$\int d\alpha_p \int d\beta_q \int \cdots \int\int\int \alpha_n d\beta\, d\beta_1\, d\beta_2.$$

» Or, β, β_1 et β_2 étant proportionnels à des constantes $\frac{1}{C}$, $\frac{1}{C_1}$, $\frac{1}{C_2}$, la der-

nière intégrale

$$\int\int\int \alpha_n d\beta\, d\beta_1\, d\beta_2$$

sera identiquement nulle.

» De même $\Sigma\beta_n P_2$ désigne une somme d'intégrales de la forme

$$\int d\alpha_r \int d\beta_r \ldots \int\int \beta_n d\beta\, d\beta_1$$

et β_n, β et β_1 étant proportionnels à 1, $\frac{1}{C}$, $\frac{1}{C_1}$, la dernière intégrale sera identiquement nulle.

» Il ne restera donc, pour l'intégrale totale, dans l'hypothèse considérée, que

$$I = (U - U')\sqrt{-1},$$

c'est-à-dire le produit de $\sqrt{-1}$ par l'intégrale correspondant au système de valeurs réelles de $\alpha \pm \beta_n$, considéré comme fonction de $\alpha \pm \beta$, $\alpha_1 \pm \beta_1, \ldots$, $\alpha_{n-1} \pm \beta_{n-1}$.

» Cette intégrale, au facteur $\sqrt{-1}$ près, représentera, par rapport à l'ensemble

$$x = \alpha \pm \beta, \quad y = \alpha_1 \pm \beta_1, \ldots, \quad F = \alpha_n \pm \beta_n,$$

la même grandeur qu'on avait voulu exprimer par l'intégrale relative à l'ensemble réel de valeurs de $x, y, z, \ldots, F$.

» On retrouve ainsi le théorème que j'avais donné en 1858.

» *Les périodes imaginaires d'une intégrale* $\Sigma_n F\, dx\, dy\, dz \ldots$ *sont les produits par* $\sqrt{-1}$ *des valeurs de cette intégrale, relatives aux champs conjugués de l'équation qui définit la fonction* F, *et les valeurs de cette intégrale, relatives à deux champs conjugués voisins, sont identiques.*

» Ce sera probablement la dernière extension que pourra recevoir le théorème d'Apollonius

$$\pi a' b' \sin\theta = \pi ab.$$

» Supposons, en second lieu, que l'équation $f(x, y, z, \ldots, F) = 0$ ait ses coefficients imaginaires. On reconnaîtra, comme dans les cas précédents, que les périodes de l'intégrale $\Sigma F\, dx\, dy\, dz \ldots$ correspondront, soit aux ensembles fermés de solutions de l'équation $f = 0$, pour lesquels $\frac{dF}{dx}$, $\frac{dF}{dy}$, $\frac{dF}{dz}, \ldots$ seraient restés réels, soit aux ensembles fermés de solutions

communes à $f = 0$, et à des équations du premier degré en nombre n

$$F = Cx + d,$$
$$F = C_1 x + d_1,$$
$$\ldots\ldots\ldots$$

dans lesquelles C, C_1, C_2,... resteraient constants, et où d, d_1, d_2,... varieraient entre les limites auxquelles correspondraient des valeurs doubles de F. »

GÉOMÉTRIE. — *Nouvelle méthode d'Analyse, fondée sur l'emploi des coordonnées imaginaires*. Mémoire de **M. F. Lucas**, présenté par M. Chasles. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Chasles, Bertrand, Serret.)

« Le but principal de ce Mémoire est d'établir entre la *Géométrie segmentaire* et l'*Algèbre supérieure* un lien très-intime, en vertu duquel ces deux branches de la science peuvent se prêter un mutuel concours.

» L'instrument dont nous faisons usage pour arriver à ce résultat est la coordonnée imaginaire

(1) $$z = x + y\sqrt{-1},$$

par laquelle on peut représenter le point du plan dont l'abscisse et l'ordonnée, relativement à deux axes rectangulaires, sont respectivement x et y.

» Un polygone de p sommets ou, plus généralement, un groupe de p points du plan, se trouve entièrement déterminé si l'on donne les coordonnées

$$z_1, \quad z_2, \ldots, \quad z_m, \ldots, \quad z_p$$

de chaque sommet ou de chaque point. On peut, avec ces coordonnées, former l'équation du degré p :

(2) $$(z - z_1)(z - z_2)\ldots(z - z_m)\ldots(z - z_p) = 0.$$

» Réciproquement, toute équation algébrique du degré p détermine un groupe de p points du plan. Cette simple observation montre comment l'étude des polygones et celle des équations algébriques peuvent se ramener l'une à l'autre.

» *Rapport anharmonique*. — Un premier point de départ, fondamental dans la nouvelle méthode d'Analyse que nous décrivons, est la notion du *rapport anharmonique* de deux couples de points (M, N), (M', N'), étendue

au cas où ces points sont disposés, dans le plan, d'une manière quelconque.

» Soient (μ, ν) et (μ', ν') les coordonnées de ces deux couples; nous appelons *rapport anharmonique* l'expression analytique :

$$(3) \qquad \Phi = \left[\frac{(\mu - \mu')(\nu - \nu')}{(\mu - \nu')(\nu - \mu')}\right]^{\pm 1}.$$

» Ce rapport est indépendant de la position de l'origine des coordonnées et de la direction des axes. Il ne change pas si l'on transforme la figure, soit semblablement à elle-même, soit par rayons vecteurs réciproques.

» Le rapport anharmonique est généralement imaginaire, de la forme $a + b\sqrt{-1}$. Pour qu'il devienne *réel*, il faut et il suffit que *les quatre points donnés appartiennent à une même circonférence*, laquelle peut d'ailleurs dégénérer en ligne droite. Dans ce cas, le rapport anharmonique s'identifie avec celui de quatre points d'un cercle ou de quatre points en ligne droite, défini dans le traité de *Géométrie supérieure*, et dont l'auteur de ce traité a fait connaître tant de belles applications.

» Si le rapport anharmonique devient égal à -1, les deux cordes MN, M'N' sont *conjuguées* relativement à la circonférence circonscrite.

» *Théorie des ombilics.* — Nous trouvons un second point de départ, non moins important que le précédent, dans une notion géométrique toute nouvelle, que nous allons définir brièvement.

» Soient deux systèmes de points, en même nombre p :

$$M_1, \quad M_2, \ldots, \quad M_p$$

et

$$N_1, \quad N_2, \ldots, \quad N_p,$$

ainsi qu'un point mobile V. Formons l'expression segmentaire

$$(4) \qquad \frac{VM_1 . VM_2 \ldots VM_p}{VN_1 . VN_2 \ldots VN_p}.$$

» Les positions du point V qui rendent cette expression *maxima* ou *minima* constituent ce que nous appelons les *ombilics* des systèmes M et N.

» La théorie de ces ombilics, inabordable au moyen des coordonnées cartésiennes, s'établit très-aisément par les coordonnées imaginaires.

» Désignons par

$$(5) \qquad \varphi(z) = 0, \quad \text{et} \quad \psi(z) = 0,$$

les équations des groupes M et N, dans lesquelles nous supposerons que les termes en z^p aient l'unité pour coefficient.

» Les ombilics cherchés sont les points racines de l'équation du degré $(2p-2)$

(6) $$\varphi'(z)\psi(z) - \psi'(z)\varphi(z) = 0.$$

» La figure formée par deux groupes de points et leurs ombilics conserve ses propriétés lorsqu'on la transforme soit par rayons vecteurs réciproques, soit d'une manière beaucoup plus générale, en faisant correspondre q points de la figure transformée à chaque point de la figure primitive.

» On peut supposer que tous les points $N_1, N_2, \ldots, N_p$ se superposent en un seul N, ayant pour coordonnée α. L'équation (6) se réduit alors à

(7) $$p\varphi(z) - (z-\alpha)\varphi'(z) = 0;$$

elle fait connaître $(p-1)$ points, que nous appellerons *ombilics relatifs à* N *dans le groupe* M.

» Si le point N passe à l'infini, l'équation (7) se réduit à la forme très-simple

(8) $$\varphi'(z) = 0,$$

et détermine ce que nous appelons les *points centraux* du groupe M; on peut donner plusieurs définitions directes de ces points.

» *Applications diverses.* — Telles sont les bases de la nouvelle méthode d'Analyse dont notre Mémoire renferme de nombreuses applications.

» Cette méthode nous conduit, en Géométrie, à de nouvelles propriétés du triangle, du quadrilatère et de l'hexagone, ainsi que de tous les polygones réguliers.

» Elle nous permet de trouver, en Algèbre, les propriétés très-curieuses de l'équation

(9) $$(z-\alpha)^p + \varepsilon(z-\beta)^p = 0,$$

dans laquelle p est un entier quelconque, α, β, ε désignant des coefficients arbitraires.

» *Théorème général sur les équations algébriques.* — Voici d'ailleurs, dans le domaine de l'Algèbre, une application beaucoup plus générale.

» Soit

(10) $$f(z) = z^p + A_1 z^{p-1} + \ldots + A_m z^{p-m} + \ldots + A_{p-1} z + A$$

un polynôme algébrique du degré p, à coefficients quelconques, et posons

(11) $$f(z) = \zeta.$$

» *A chaque valeur de* ζ *correspondent* p *valeurs de* z; *soit, en d'autres termes, un groupe de* p *racines.*

» *Si le point directeur* ζ *décrit dans le plan un cercle quelconque, le groupe de racines correspondant décrit une transformée de cercle* Γ.

» *Toute transformée de cercle est une courbe algébrique du degré* $2p$ *et de la classe* $2p$.

Par deux groupes de racines et un point quelconque du plan, on peut faire passer une courbe Γ. *En faisant varier ce dernier point, on fait pivoter la courbe* Γ *autour des deux groupes de racines.*

» *Les pivotantes* Γ *ont pour trajectoires orthogonales une série de transformées de cercle.*

» Ce théorème, d'une importance évidente pour la théorie générale des équations, se présente, comme cas particulier, d'un théorème relatif à une équation algébrique dont tous les coefficients varient en fonction de ζ, suivant des lois déterminées.

» *Deux groupes quelconques de racines donnent naissance à un système d'ombilics indépendant de ces groupes.* Ces ombilics correspondent aux racines égales de l'équation à coefficients variables et constituent les centres de permutation de racines. On arrive très-facilement à reconnaître comment ces permutations s'effectuent.

» Ce rapide exposé suffira pour mettre en relief les caractères principaux de la *Nouvelle méthode d'Analyse*, sa puissance et sa fécondité. »

ZOOLOGIE. — *Études sur les types ostéologiques des Poissons osseux* (5e Partie); *par* **M. C. Dareste.**

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

« Il me reste à indiquer un certain nombre de types dont j'ai pu constater l'existence, mais que je ne puis encore définir d'une manière exacte, par suite de l'insuffisance des matériaux qui ont servi à mes études.

» L'un de ces types, représenté par un grand nombre d'espèces, est celui des Gobioïdes. Les Gobioïdes, dans la classification de Cuvier, comprenaient les Blennies. Agassiz a séparé ces deux groupes, et cette séparation est pleinement justifiée par l'Ostéologie. J'ai décrit, dans la troisième Partie de ce travail, le type crânien des Blennies. La tête osseuse des *Gobius* a une forme tout à fait caractéristique. Les frontaux principaux forment audessus de l'orbite une sorte de gouttière très-étroite, à bords relevés, puis ils divergent en formant des arcs de cercle à concavité antérieure, de telle

sorte que les yeux sont très-rapprochés l'un de l'autre, et visibles à la face supérieure de la tête. En arrière des frontaux et appliquée contre leurs bords relevés, se trouve la boîte crânienne proprement dite, dont le diamètre transversal dépasse généralement en longueur le diamètre longitudinal ; cette boîte crânienne est généralement lisse, et présente dans quelques cas seulement l'indication d'une crête mitoyenne. Je regrette de ne pouvoir compléter cette description par l'indication des rapports qu'ont entre elles les pièces osseuses, ce qui me permettrait de définir ce type d'une manière complète.

» Les *Ophidium*, que Cuvier rangeait à la suite des Anguilles et des Gymnotes, parmi les Malacoptérygiens apodes, et que Müller en a séparés pour en faire une famille voisine des Gadoïdes, ont une forme de tête tout à fait semblable à celle des Gobioïdes, avec cette différence, toutefois, que la boîte crânienne est moins large. Leur type est-il le même que celui des Gobioïdes, ou bien est-il un type à part? C'est une question que je ne pourrai résoudre que lorsque je connaîtrai les connexions des pièces osseuses dans ces deux groupes.

» Les *Trachinus* sont aussi très-voisins des Gobioïdes par la forme de leur tête.

» Il en est de même de l'*Uranoscope*. Là aussi, les frontaux principaux forment en avant une gouttière très-étroite qui sépare les yeux; puis, en arrière d'eux, la boîte crânienne s'élargit en formant une large surface, à peu près carrée. Ici j'ai pu voir les connexions des pièces osseuses, qui sont, à certains égards, fort remarquables, et qui me paraissent devoir définir un type particulier. Les os y sont placés sur deux rangées : une première, formée en dedans par la partie postérieure des frontaux principaux et par les frontaux postérieurs; une seconde, formée en dedans par l'interpariétal, puis par les pariétaux, puis enfin par les mastoïdiens. L'interpariétal, libre en avant et en arrière, est recouvert dans la région moyenne par les pariétaux, disposition tout à fait exceptionnelle, mais que j'ai constatée cependant dans certaines espèces de Tétrodons. Les mastoïdiens ne sont pas en rapport avec les frontaux. Les occipitaux sont complétement exclus de la face supérieure du crâne.

» Ces groupes, à crâne élargi dans la partie supérieure, conduisent à un autre groupe dans lequel le crâne tout entier est élargi et aplati. C'est un groupe formé par deux genres, que Cuvier plaçait dans des familles très-éloignées, mais qui présentent très-manifestement le même type, les *Batrachus*, qui, dans le *Règne animal*, prennent place parmi les Acanthoptérygiens,

à la suite des Lophies, et les *Gobiésoces*, qui forment une famille particulière dans l'ordre des Malacoptérygiens subbrachiens. Je ne puis définir ce type; et je me contente de dire qu'il rappelle, à bien des égards, le type des Gymnodontes, et particulièrement celui des Diodons.

» C'est dans le voisinage des *Batrachus* et des *Gobiésoces* que doivent très-probablement prendre place deux types également très-remarquables par l'aplatissement de la tête, les Lophies et l'*Echénéis*. Ce dernier type présente une particularité ostéologique fort remarquable : le frontal antérieur s'unit en arrière au frontal postérieur, et exclut ainsi le frontal principal du bord extérieur de l'orbite. Toutefois, cette particularité n'est pas isolée; je l'ai constaté chez le *Sudis*.

» La famille des *Poissons à joues cuirassées* présente une telle variété de formes crâniennes, même dans les genres les plus voisins, qu'il m'a été impossible jusqu'à présent de savoir s'ils appartiennent à un même type, ou s'ils se rattachent à plusieurs types différents. Je dois donc réserver complétement pour un autre travail le groupement de ces animaux; je me contenterai de faire remarquer d'abord que le caractère des joues cuirassées, c'est-à-dire de l'extension des sous-orbitaires sur les ailes palatine et temporale est un caractère purement artificiel, puisqu'il se rencontre dans des genres bien différents, comme l'*Anabas*, le *Myletes* et le *Sudis;* ensuite, que les variations dans les connexions des os crâniens sont bien plus nombreuses que dans d'autres groupes. C'est ce que l'on voit, par exemple, en comparant les *Trigles* et les *Dactyloptères,* bien que ces deux genres soient fort voisins.

Le Poisson Saint-Pierre ou *Zeus faber* présente un type crânien très-différent de celui des Scombéroïdes, auxquels Cuvier l'avait réuni. Le crâne est très-comprimé latéralement. L'ethmoïde est très-allongé, et s'étend au-dessus des frontaux antérieurs auxquels il ne s'articule pas, comme cela existe chez plusieurs Chétodons. Les frontaux principaux sont très-allongés, et présentent deux crêtes latérales, séparant une gouttière, crêtes latérales qui se prolongent en arrière sur les pariétaux. Les pariétaux ne sont point séparés par l'interpariétal, qui n'a, par conséquent, aucun rapport direct avec les frontaux principaux. Le *Zeus faber* est le seul poisson qui présente ce type tout à fait exceptionnel. Je suppose toutefois qu'il se rencontre dans quelques genres voisins, les genres *Equula* et *Gymnethrus,* par exemple.

Les genres *Belone, Hemiramphus* et *Exocetus* ont un type crânien très-semblable à celui des véritables Clupées, par la forme générale; mais ils s'en

distinguent par l'interposition de l'interpariétal entre les pariétaux, et aussi par la soudure des pharyngiens inférieurs en une seule pièce, soudure qui a conduit Müller à les placer dans un ordre particulier, celui des *Pharyngognathes*, à côté des Labroïdes; mais cette assimilation ne me paraît pas admissible.

» Il y a encore quelques autres types bien distincts, mais sur lesquels je n'ai que des renseignements incomplets : ce sont les *Gasterostes*, les *Xiphioïdes*, les *Notacanthes* et les *Anabas*. Je me contente aujourd'hui de les signaler.

» Il resterait maintenant à grouper tous ces types entre eux, de manière à faire ressortir leurs affinités naturelles. On voit bien tout d'abord certains rapprochements. Ainsi la plupart des types des Acanthoptérygiens de Cuvier se font remarquer par la forme comprimée de la tête; d'autres, au contraire, comme les *Gobioïdes*, les *Batrachus*, les *Gymnodontes*, etc., ont la tête très-aplatie et plus ou moins dépourvue de crêtes. Mais il est évident qu'un pareil travail ne pourra être mené à bonne fin que lorsque tous les types crâniens des Poissons du premier ordre seront exactement connus et définis.

» Le long travail que je viens de terminer démontre d'une manière satisfaisante l'utilité des caractères ostéologiques par la détermination des types chez les Poissons osseux, et par conséquent pour leur répartition en groupes naturels. Bien que l'insuffisance des matériaux ne me permette pas encore d'en tirer un nouvel arrangement des familles, je crois cependant que, tel qu'il est, il étend considérablement l'œuvre ébauchée par Agassiz il y a trente ans, et sur laquelle un naturaliste éminent, M. Wogt, s'exprimait ainsi: « Je me suis convaincu, par l'inspection réitérée des faits annoncés par mon » célèbre ami, que la conformation du crâne, les formes que présente » cette boîte du système nerveux central, sont de la plus grande importance » pour l'Ichthyologie systématique. C'est là, à mon avis, qu'il faut chercher » les caractères stables et fixes des familles des Poissons, et non pas dans » l'anatomie des organes de la circulation, de la respiration et de la digestion, qui tous varient plus ou moins, d'après les conditions extérieures » de la vie auxquelles l'animal est destiné » (1).

---

(1) Je dois signaler une erreur qui s'est glissée dans la rédaction de la 4e Partie (*voir* p. 1174). Il faut lire, aux lignes 21 et 22, *frontaux antérieurs* au lieu de *frontaux principaux*.

HYGIÈNE. — *Étude sur la ventilation d'un transport-écurie.* Note de M. E. **Bertin**, présentée par M. le général Morin.

(Commissaires : MM. le général Morin, Dupuy de Lôme, Bouley.)

« La nécessité d'un abondant renouvellement de l'air se fait impérieusement sentir dans les vaisseaux qui parcourent les mers du Sud, surtout lorsqu'ils portent des troupes ou lorsqu'ils sont affectés au transport des chevaux. Lors de la guerre du Mexique, on a perdu un grand nombre d'animaux, et il y a même des exemples que, dans les voyages de l'Inde, des passagers ont été asphyxiés faute d'air.

» Le Ministère de la Marine s'est depuis longtemps préoccupé de cette question, et, dès 1836, bien avant les expéditions lointaines qui en ont rendu l'étude approfondie plus indispensable, on avait cherché à améliorer l'état sanitaire des bâtiments de transport par l'emploi de ventilateurs mus à bras et disposés au-dessus des écoutilles, qui règnent dans la longueur du pont. Mais, si cette ventilation insuffisante apporta dans l'état des choses une légère amélioration, qui fut remarquée sur le transport *le Finistère*, elle ne déterminait ni le renouvellement complet de l'air, ni surtout l'assainissement des parties infectées.

» En 1865, le Ministre de la Marine ordonna une étude nouvelle de la question pour deux transports-écuries, *le Calvados* et *la Garonne*. C'est le résultat de ce travail, exécuté sur le premier de ces bâtiments, que l'on soumet à l'examen de l'Académie. On y a pris pour règles les principes qui régissent les mouvements de l'air, et, sans recourir à l'emploi d'aucun appareil mécanique, on est parvenu, par la seule action de l'appel déterminé, en marche sous vapeur, par la chaleur perdue des cheminées des chaudières, ou en station, à l'aide de simples foyers auxiliaires, à obtenir une évacuation d'air vicié dans les deux étages inférieurs d'écuries, de plus de 35000 mètres cubes par heure, correspondant à environ 150 mètres cubes par heure et par cheval.

» Des expériences nombreuses constatent ces résultats, obtenus en rade de Cherbourg, et il est probable qu'ils seront dépassés à la mer.

» On a donc lieu d'espérer que, par des dispositions analogues à celles qui ont été adoptées pour le bâtiment en bois *le Calvados*, on parviendra également à améliorer l'état sanitaire de tous les paquebots en fer qui parcourent les régions tropicales, et dans lesquels, malgré les installations les plus splendides, les passagers sont souvent exposés à souffrir cruellement

du défaut de renouvellement de l'air, plus encore que de l'élévation de la empérature. »

M. le baron **Larrey** dépose sur le bureau de l'Académie une lettre qu'il a reçue de M. *Loarer*, sur l'efficacité du sulfure d'arsenic et de certaines autres préparations arsenicales, pour préserver la vigne des ravages du *Phylloxera*.

« Cette lettre, dit M. Larrey, offre le complément détaillé des remarques et des propositions déjà soumises au jugement de la Commission spéciale de l'Académie, dans une brochure de M. Loarer, qui avait signalé aux agriculteurs français les résultats de son expérience à cet égard, après un séjour de plusieurs années dans l'Inde, et qui s'offre aujourd'hui d'en donner la démonstration pratique aux viticulteurs. »

M. E. **Saint-Pierre** adresse, de Montpellier, une Note relative à la présence du *Phylloxera* sur les racines des vignes sauvages, dites *lambrusques*.

En présence de la proposition qui a été faite, de chercher à régénérer les vignobles par la greffe des races cultivées sur les vignes sauvages, l'auteur a cherché à fixer son opinion sur l'immensité attribuée aux *lambrusques*. Il dit avoir constaté, dans une commune du département de Vaucluse, au milieu d'un terrain inculte, une lambrusque dont les racines portaient de nombreux *Phylloxera*, et présentaient les nodosités caractéristiques : les insectes étaient en général isolés; en deux points seulement, ils étaient agglomérés en grand nombre. Sans vouloir exagérer l'importance de cette rencontre, je crois, dit l'auteur, qu'elle répond à l'un des arguments de ceux qui veulent voir dans la maladie de la vigne un état pathologique provoqué par la culture.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

M. F. **Barilla** adresse une Note relative à un remède contre le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. G. **Fabretti** adresse une Note relative à la transmission des miasmes infectieux.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. J. **Curral** adresse une Note relative à la réalisation du mouvement perpétuel dans le système planétaire.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Phillips.

M. J. Andru adresse une Note relative à la quadrature du cercle.

On fera savoir à l'auteur que, en vertu d'une décision déjà ancienne, les Notes relatives à cette question sont considérées comme non avenues.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique autorise l'Académie à prélever, conformément à sa demande, diverses sommes sur les reliquats disponibles des fonds Montyon.

M. Meignen informe l'Académie que Mme veuve *Guérineau*, née *Delalande*, vient de laisser une somme de 20000 francs, dont les intérêts doivent être donnés tous les deux ans, au nom de *Delalande-Guérineau*, au voyageur ou au savant que l'Académie en aura jugé digne.

Cette pièce sera transmise à la Commission administrative.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *Ernest Liouville*, intitulée « De la Statistique judiciaire; discours prononcé à l'audience solennelle de rentrée de la Cour de Riom ».

ASTRONOMIE. — *Sur la planète* (116) Sirona. Note de M. F. Tisserand, présentée par M. Serret.

« Cette planète a été découverte à Hamilton-Collége, le 8 septembre 1871, par M. C. Peters; elle était alors de onzième grandeur : depuis cette époque, elle a été observée régulièrement en Europe et en Amérique, jusqu'au 2 février 1872. J'ai réuni quatre-vingt-sept observations, que j'ai discutées, afin d'obtenir, aussi exactement que possible, les lieux de la planète pour l'opposition de 1872.

» La première chose à faire était de déterminer une orbite assez précise pour servir de base au calcul; c'est ce que j'ai fait en partant de trois observations, du 19 septembre et du 5 novembre 1871 et du 1er février 1872. J'ai ainsi obtenu le système d'éléments (I) qu'on trouvera plus loin dans un tableau général A. A l'aide de ce système, j'ai calculé une éphéméride à laquelle j'ai comparé toutes les observations; ces observations proviennent des Observatoires de Paris, Bilk, Hambourg, Leipzig, Lund,

Washington et Hamilton-Collége. Chaque coordonnée observée o a été comparée à la coordonnée correspondante c, tirée de l'éphéméride, et a donné une différence $o - c$; d'après la marche de ces différences $o - c$, on a pu les grouper en huit moyennes, qu'on doit supposer beaucoup plus exactes que les différences isolées; en ajoutant chacune de ces différences normales à la quantité c correspondante, calculée de nouveau et très-exactement, on a obtenu huit observations idéales qui remplacent l'ensemble. Voici les coordonnées α, δ, λ, β des huit lieux normaux, rapportées à l'équateur et à l'équinoxe moyens, de 1870,0 :

	Temps moyen de Berlin.		α	Nombre d'observations.	δ	Nombre d'observations.	λ	β
1871	Sept.	17,0	1°.57′.11″,44	11	−4°.25′.30″,55	11	0°. 1′.35″,44	−4°.50′.10″,24
	Oct.	2,0	358.55.24,50	18	−5.36.12,22	17	356.46.39,95	−4.42.39,73
	Oct.	17,0	356.15. 9,68	21	−6.27.58,42	20	353.59.21,12	−4.26.33,68
	Nov.	5,0	354.12.47,19	10	−6.50.18,45	10	351.58.37,17	−3.58.42,58
	Nov.	15,0	353.54.18,08	9	−6.41. 0,47	9	351.45,25,83	−3.42.53,34
	Déc.	8,0	355.11.52,93	7	−5.29.42,65	7	353.24.42,80	−3. 8. 4,29
1872	Janv.	7,0	0.18.57,07	6	−2.35,43,00	6	359.15.21,71	−2.30.23,03
	Févr.	2,0	6.55.44,33	5	+0.43.45,28	4	6.38.59,91	−2. 4.57,43

» Avant d'aller plus loin, j'ai voulu tenir compte des perturbations que la planète a éprouvées de la part de Jupiter, depuis l'opposition de 1871 jusqu'à la suivante. Suivant la méthode des quadratures mécaniques proposée par Encke, j'ai calculé de quarante en quarante jours les variations δx, δy, δz des coordonnées rectangulaires écliptiques x, y, z; j'en ai déduit les variations correspondantes $\delta\lambda$ et $\delta\beta$ pour les lieux normaux, et j'ai pu ainsi calculer huit différences $o - c_1$ en longitude et en latitude, différences qu'il faut chercher à faire disparaître en déterminant convenablement les variations $\delta\alpha$, $\delta\varphi$,... des éléments elliptiques du système I. Ces différences $o - c_1$, qui se trouvent dans le tableau A, sont petites; la plus grande est de 13 secondes; on pouvait donc penser que $\delta\alpha$, $\delta\varphi$,... seraient de petites quantités, et que leurs carrés et leurs produits seraient négligeables.

» En tenant compte des poids, j'ai obtenu les seize équations suivantes :

Pour les longitudes :

$$(\alpha)\left\{\begin{array}{lllllll}
+0,12098\,\delta i & -4,17446\,\delta\varphi & +3,81910\,\delta M_0 & +\ 2,14506\,(10\,\delta\mu) & +4,87559\,\delta\varpi & -0,00624\,\delta\Omega & =+10'',35 \\
+0,13274 & -5,28081 & +4,84455 & -\ 1,13223 & +6,19143 & -0,00804 & =-20,96 \\
+0,11626 & -5,34130 & +4,87134 & -\ 4,31484 & +6,23339 & -0,00818 & =-32,56 \\
+0,06633 & -3,53541 & +3,12854 & -\ 3,66784 & +4,00405 & -0,00526 & =-\ 2,50 \\
+0,05804 & -3,25380 & +2,80250 & -\ 2,79395 & +3,58292 & -0,00460 & =+16,08 \\
+0,04716 & -2,75466 & +2,17909 & +\ 0,71955 & +2,76743 & -0,00313 & =+36,30 \\
+0,04505 & -2,56739 & +1,78210 & +\ 6,60030 & +2,22281 & -0,00173 & =+31,75 \\
+0,03883 & -2,18393 & +1,36418 & +10,36251 & +1,66242 & -0,00060 & =+\ 7,22
\end{array}\right.$$

Pour les latitudes :

$$(\alpha)\left\{\begin{array}{llllllll}
-4,46555\,\delta i & -0,00913\,\delta\varphi & +0,09917\,\delta M_0 & -2,37518\,(10\,\delta\mu) & +0,13654\,\delta\varpi & -0,12281\,\delta\Omega & = & -17'',74 \\
-5,56604 & -0,00000 & +0,09813 & -2,73967 & +0,13745 & -0,17184 & = & -18,58 \\
-5,53544 & -0,00614 & +0,07968 & -2,22053 & +0,11221 & -0,19005 & = & -10,15 \\
-3,50682 & -0,02735 & +0,04823 & -0,81948 & +0,06568 & -0,13704 & = & -\ 2,31 \\
-3,10679 & -0,04163 & +0,04664 & -0,41074 & +0,06159 & -0,12966 & = & -\ 1,86 \\
-2,31224 & -0,06985 & +0,04892 & +0,27181 & +0,06064 & -0,11180 & = & -\ 3,36 \\
-1,71152 & -0,09908 & +0,05732 & +0,81013 & +0,06801 & -0,09984 & = & -\ 4,34 \\
-1,16184 & -0,10044 & +0,05490 & +0,95654 & +0,06315 & -0,08366 & = & +\ 8,02
\end{array}\right.$$

» J'ai résolu ces équations par la méthode de Cauchy, et j'ai trouvé

$$\begin{array}{ll}
\delta\varpi = +\,3650'',76 & \delta\varphi = -\,238'',78 \\
\delta M_0 = -\,4927,14 & \delta i = -\quad 0,11 \\
\delta\Omega = -\quad 0,24 & \delta\mu = +\quad 1,3271
\end{array}$$

» J'en ai déduit le système d'éléments II du tableau A, et les différences $o - c_2$, obtenues en calculant directement c_2 avec les éléments précédents. Ces différences devraient être égales aux résidus des équations (α); mais cela n'a pas lieu : la cause en est que, dans ces équations, les termes du second ordre n'étaient pas négligeables, à cause de la grandeur de $\delta\varpi$ et δM_0. Il fallait dès lors procéder par des approximations successives; j'ai conservé les équations (α), en remplaçant dans les seconds membres $o - c_1$ par $o - c_2$, et j'ai de nouveau résolu ces équations, ce qui a été rapide, à cause des calculs déjà faits. Après avoir éliminé δi, $\delta\varphi$, δM_0 et $\delta\mu$, j'ai vu que je ne gagnerais rien à éliminer $\delta\varpi$ et $\delta\Omega$; je les ai supposés nuls, et j'ai trouvé ainsi

$$\begin{array}{ll}
\delta\varpi = 0 & \delta\varphi = +\,9'',99 \\
\delta M_0 = +\,13'',84 & \delta i = -\,0,37 \\
\delta\Omega = 0 & \delta\mu = +\,0,0130
\end{array}$$

d'où j'ai conclu le système d'éléments III, et les différences $o - c_3$ obtenues par un calcul direct. Ces différences sont très-satisfaisantes, à l'exception de la dernière en latitude; cet écart s'explique, car les quatre observations qui ont fourni la déclinaison du dernier lieu normal donnent, par leur comparaison avec l'éphéméride provisoire, les valeurs suivantes de $o - c$

$$-\,0'',1 \qquad -\,0'',5 \qquad +\,8'',3 \qquad +\,7'',4$$

» Il y a là, dans les observations, une erreur évidente.

» C'est avec le système III que j'ai calculé l'éphéméride qui permettra de retrouver la planète dans quelques jours; cette éphéméride devant paraître dans un autre Recueil, je me bornerai à dire qu'à l'opposition, qui

aura lieu le 21 décembre prochain, la planète sera de 10e grandeur, et à donner les positions suivantes :

Minuit moy. de Berlin.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Log Δ.
	h m s	° ′ ″	
1872. Déc. 1.....	6.23. 0,10	+25.24.22,4	0,214693
» 5.....	6.19.52,12	+25.33. 4,1	0,207947
» 9.....	6.16.23,16	+25.41,30,2	0,202229

» L'éphéméride était terminée quand je me suis décidé, pour plus d'exactitude, à calculer de nouveau les coefficients des équations (α), à l'aide du système II. M. Baillaud, élève astronome à l'Observatoire, a bien voulu appliquer la méthode de Cauchy aux nouvelles équations (α'), que le défaut d'espace m'empêche de reproduire ici ; j'ai ainsi obtenu le système d'éléments IV, et les valeurs correspondantes $o - c_4$, qui, cette fois, concordent rigoureusement avec les résidus des équations (α'). On voit que les systèmes III et IV, quoique assez différents l'un de l'autre, représentent à peu près de la même façon, satisfaisante pour tous les deux, l'ensemble des observations.

Tableau A.

(Époques : 1871, sept. 19,0, t. m. de Berlin ; équinoxe moyen de 1870,0.)

	I.	II.	III.	IV.
M_0...	214°.31′.15″,32	213°. 9′. 8″,18	213°. 9′.22″,02	213°. 0′.40″,29
ϖ....	152. 1.27,26	153. 2.18,02	153. 2.18,02	153. 8.51,79
☊...	64.22.48,88	64.22.48,64	64.22.48,64	64.22.45,43
i.....	3.35.10,40	3.35.10,29	3.35. 9,92	3.35.10,07
φ.....	8.18.54,10	8,14.55,32	8.15. 5,31	8.14.48,42
μ.....	769″,8089	771″,1360	771″,1490	771″,2863
log a.	0,4424158			

$o - c_1$ λ	$o - c_1$ β	$o - c_2$ λ	$o - c_2$ β	$o - c_3$ λ	$o - c_3$ β	$o - c_4$ λ	$o - c_4$ β
+ 3″,12	−5″,35	+3″,86	+1″,02	−0″,1	+0″,2	−0″,2	+0″,7
− 4,94	−4,38	+2,98	+0,06	−0,9	−0,7	0,0	−0,4
− 7,28	−2,27	+1,96	+0,60	−1,5	0,0	−0,7	+0,1
− 0,79	−0,73	+2,38	+0,50	−0,3	0,0	+0,1	0,0
+ 5,36	−0,62	+3,76	−0,19	+1,4	−0,6	+1,6	−0,6
+13,72	−1,27	+2,15	−1,10	+0,9	−1,4	+0,8	−1,4
+12,96	−1,77	−1,26	−1,12	−1,5	−1,3	−0,9	−1,2
+ 3,61	+4,01	−1,10	+5,71	−0,5	+5,5	+2,0	+5,8

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Théorie mathématique des expériences acoustiques de Kundt.* Mémoire de **M. J. Bourget**, présenté par M. Jamin. (Extrait par l'auteur.)

« Voici en quoi consistent les expériences de Kundt, dont je donne la théorie mathématique.

» On prend un tube de verre, d'environ 2 mètres de longueur, et de 4 ou 5 centimètres de diamètre intérieur. On ferme l'une des extrémités par un bouchon, mobile au moyen d'une tige. On ferme aussi l'autre extrémité par un bouchon, serrant fortement en son milieu un tube plus étroit qui le traverse. L'extrémité de ce tube intérieur est muni d'une sorte de piston, qui ne remplit pas complétement le tube plus large, et tellement disposé qu'il ne touche pas la paroi intérieure de ce tube.

» Si l'on frotte maintenant la partie extérieure du tube étroit, on détermine des vibrations longitudinales, qui mettent en mouvement le piston plongé dans l'intérieur du large tube. Ce piston vibrant met lui-même en mouvement l'air intérieur, et il suffit, pour étudier les vibrations de cette colone d'air, de saupoudrer légèrement de lycopode ou de magnésie la surface intérieure du tube le plus large.

» Voici les faits principaux que l'on observe dans ces expériences :

» 1° Quelle que soit la longueur du tube d'air, il se met en vibration sous l'influence du mouvement périodique du piston, parfois difficilement, parfois facilement et avec une grande énergie. Les nœuds sont généralement marqués par des accumulations de lycopode dans la partie inférieure du tube.

» 2° Si l'on fait varier la longueur de la colonne d'air, par le déplacement du bouchon fixe, on trouve des positions d'agitation maxima et minima de cette colonne. La position qui correspond au mouvement le plus intense est celle pour laquelle la distance de deux nœuds est une partie aliquote de la longueur du tube d'air. Si la longueur du tube vaut un nombre impair de demi-distances nodales, le mouvement de l'air atteint le minimum d'intensité.

» 3° Le premier nœud est toujours au piston fixe; le dernier est à une distance variable du piston vibrant. Il se trouve aussi voisin que possible et même en coïncidence avec lui, quand le mouvement de l'air atteint son maximum d'intensité. Ce fait, qui semblait inexplicable à Kundt, est une conséquence fort simple de notre théorie.

» 4° Dans le cas où l'agitation de l'air est aussi grande que possible, le

lycopode, au lieu de se rassembler en tas vers les nœuds, y forme souvent une couronne elliptique, vide de poussière; il semble que les nœuds se transforment en ventres de vibration.

» 5° En général, deux nœuds principaux sont séparés par un grand nombre de stries nodales très-rapprochées. Leur nombre est variable suivant les tubes, suivant l'intensité du mouvement. Ces stries sont perpendiculaires à la longueur du tube, et, au moment où l'air vibre, on voit s'élever le lycopode qui les forme en lames fines équidistantes. Kundt parle à peine de ces nœuds secondaires.

Le Mémoire de Kundt (*Annales de Chimie et de Physique*) montre tout le parti qu'on peut tirer des figures nodales observées, pour la détermination de la vitesse du son dans divers corps; mais il ne donne aucune théorie des divers phénomènes que nous avons rapportés.

Je montre, dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, que cette théorie découle facilement de quelques principes établis par l'éminent et regretté Duhamel (1).

» La solution du problème de Kundt se ramène évidemment à celle du problème suivant : *L'une des extrémités d'un tuyau fermé est animée d'un mouvement périodique permanent donné dont la vitesse pendulaire est* $V = H \sin 2n\pi t$; *trouver le mouvement que prendra le gaz renfermé dans le tube.* Il peut sembler, au premier abord, que l'air ne vibrera qu'à l'unisson de la tige; le calcul montre qu'il est impossible qu'il en soit ainsi. Le mouvement de l'air intérieur est toujours la superposition du mouvement simple de la tige vibrante et des mouvements simples dont un tuyau fermé aux deux extrémités est susceptible. Les amplitudes de ces divers mouvements sont diverses aussi, et l'on voit, par les formules de l'intégrale générale, que l'un de ces mouvements secondaires atteint son maximum en même temps que le mouvement principal, en sorte qu'ils se confondent en s'ajoutant; les autres, ayant des amplitudes beaucoup plus faibles, sont insensibles.

» Si l'on étudie particulièrement les propriétés du mouvement simple synchrone avec celui de la tige, on se rend compte de toutes les particularités que présentent les nœuds. De plus, comme dans l'expérience de Melde, on voit qu'il existe un cas singulier, que l'expérience ne pourrait pas prévoir seule. Si le son n de la tige vibrante est un multiple *exact* du son n' fonda-

---

(1) Mémoire sur les vibrations d'un système de points matériels (*Journal de l'École Polytechnique*, 23e Cahier).

mental de la colonne d'air, l'analyse dit que la vitesse du mouvement vibratoire de cette colonne est infinie. Les formules du mouvement vibratoire devenant illusoires dans ce cas singulier, il faut en conclure que la colonne d'air ne peut pas alors vibrer à l'unisson de la tige.

» Ce qu'il y a de remarquable dans cette circonstance, c'est qu'aux points qui devraient être des nœuds il y a un mouvement semblable à celui du piston vibrant, et par suite fini et déterminé. C'est ainsi que s'explique, suivant nous, la formation des anneaux de lycopode observés par Kundt.

» Enfin le calcul nous montre que, parmi les harmoniques de la tige vibrante, il en existe toujours un qui donne lieu à un mouvement vibratoire d'une amplitude prédominante. Ce mouvement, qui se superpose au mouvement principal dû au son fondamental, donne lieu à des lignes nodales beaucoup plus rapprochées, et c'est à lui qu'il faut attribuer la présence des stries remarquables dont j'ai parlé ci-dessus.

La théorie que nous donnons des expériences de Kundt a une portée plus grande. Elle permet de se rendre compte de certaines anomalies observées dans les tuyaux sonores ordinaires, particulièrement par Masson.

» En effet, l'embouchure d'un tuyau sonore doit, ce nous semble, être envisagée comme un moyen de produire un mouvement vibratoire déterminé à l'une des extrémités du tuyau, et le tuyau comme une colonne d'air soumise à l'influence de ce mouvement vibratoire. A ce point de vue, un tuyau sonore a la plus grande analogie avec celui de l'expérience de Kundt, et les conclusions générales de nos calculs lui sont applicables.

» Si le son rendu par l'embouchure est un multiple du son fondamental de la colonne d'air, nous sommes dans le cas du maximum d'intensité pour le mouvement, et le tuyau parle avec facilité. Les divers sons de la série de Bernoulli jouissent de cette propriété; mais, d'après notre analyse, le tuyau peut émettre, quoique moins facilement, d'autres sons, non compris dans cette série, et ainsi se trouvent expliqués les résultats singuliers observés par Masson, résultats trop nombreux pour qu'on puisse les attribuer à des expériences inexactes ou mal interprétées. »

PHYSIQUE. — *Sur l'énergie magnétique.* Note de **M. A. Cazin**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Mes recherches antérieures (*Comptes rendus*, 5 juin 1871, 11 mars et 29 juillet 1872) faisant connaître la quantité de magnétisme du noyau d'un électro-aimant, j'ai pu chercher par l'expérience une relation entre

cette quantité et l'*énergie magnétique*. Il n'existe, à ma connaissance, aucune expression théorique de cette énergie. J'ai trouvé une relation très-simple, analogue à celle qui résulte, pour l'énergie électrique, des expériences de Joule et de Riess, et des principes de la Thermodynamique.

» *L'énergie magnétique d'un aimant est proportionnelle au produit de sa quantité de magnétisme par son moment magnétique, ou, ce qui est équivalent, au produit du carré de sa quantité de magnétisme par sa distance polaire.*

» Cette proposition repose sur les faits suivants :

» Lorsqu'on fait passer un courant intermittent dans le fil d'un électro-aimant, les expériences récentes de MM. Jamin et Roger ont démontré d'une manière définitive que le noyau s'échauffe. La chaleur est créée à l'interruption du circuit; elle est due à la disparition du magnétisme temporaire développé par l'influence du courant; elle est équivalente à l'*énergie magnétique* acquise par le noyau, et peut servir à la mesurer.

» Pour cela, le noyau étant renfermé dans le réservoir d'un gros thermomètre à huile de pétrole, et le réservoir étant entouré par la spirale magnétisante, j'observais la marche du niveau liquide dans la tige, pendant cinq minutes avant le passage du courant, dix minutes avec le courant intermittent, et enfin cinq minutes après la cessation du courant. On pouvait ainsi tenir compte de l'action calorifique des corps environnants, et, en divisant l'effet du courant intermittent par le nombre des intermittences, on avait l'effet calorifique d'une seule interruption; c'est cette quantité qui mesure l'*énergie magnétique*.

» Il est essentiel que le noyau atteigne son maximum d'aimantation à chaque passage du courant. On obtient ce résultat en réglant convenablement l'interrupteur, et l'on s'assure que la condition est satisfaite en suivant une méthode que j'ai donnée précédemment (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XVII, 1869).

» Pour ce qui concerne les quantités de magnétisme et les moments magnétiques, voici deux cas simples dont la vérification est plus facile que celle du cas général :

Premier cas. — J'ai montré précédemment que la position des pôles dans un électro-aimant est indépendante de l'intensité du courant : d'où il résulte que, si l'on fait varier seulement cette intensité, le moment magnétique est proportionnel à la quantité de magnétisme. En conséquence, j'ai mesuré les moments magnétiques du noyau par la méthode de Gauss, pour diverses intensités du courant, et je les ai comparés aux effets calorifiques correspondants.

» Ces effets ont été proportionnels aux carrés des moments magnétiques. Ainsi :

» *Lorsqu'on donne au noyau diverses quantités de magnétisme, les autres circonstances ne changent pas, les quantités de chaleur créées par leur disparition sont proportionnelles à leurs carrés.*

» *Second cas.* — J'ai placé dans le gros thermomètre successivement deux noyaux tubulaires, de longueurs différentes (40 centimètres et 30 centimètres environ) et de volumes égaux, afin d'avoir en expérience le même volume de liquide, et par suite des résultats comparables entre eux.

» J'avais déterminé auparavant dans quelles circonstances ces deux noyaux acquièrent des quantités égales de magnétisme; dès lors leurs moments magnétiques étaient, dans ces circonstances, proportionnels aux distances polaires. J'ai mesuré ces moments par la méthode de Gauss; ils ont été simplement proportionnels aux effets calorifiques correspondants. Ainsi :

» *Lorsqu'on change seulement la distance polaire dans le noyau, la chaleur créée par la disparition du magnétisme est proportionnelle à cette distance.*

» Appelons m la quantité de magnétisme du noyau, l la distance mutuelle de ses pôles *absolus;* la loi de la chaleur créée dans les noyaux d'électro-aimants par la cessation du courant est

$$Q = km^2 l,$$

k étant un coefficient dépendant des unités adoptées.

» On peut prendre pour unité d'*énergie magnétique* celle d'un aimant qui possède l'unité de magnétisme, et dont la distance polaire absolue est l'unité. Alors $m^2 l$ mesure l'*énergie magnétique*, k est l'*équivalent calorifique du magnétisme*. J'espère donner bientôt la valeur de ce coefficient.

» Les expériences dont je viens de donner les conclusions établissent une importante analogie entre le magnétisme et les autres forces physiques.

» Les deux facteurs de l'*énergie magnétique* seraient la quantité de magnétisme et le moment magnétique; de même qu'ils sont : pour la pesanteur, le poids et l'altitude; pour la chaleur, le poids thermique (Zeuner) et la température absolue; pour l'électricité, la quantité d'électricité et la *tension absolue* (fonction potentielle de Green). »

OPTIQUE. — *Sur la multiplicité des images oculaires et la théorie de l'accommodation.* Note de **M. F.-P. Le Roux**, présentée par M. Ed. Becquerel.

» En étudiant une autre question d'optique physiologique, j'ai été amené à faire une observation que je crois intéressante pour la théorie du mécanisme au moyen duquel l'œil humain peut s'accommoder de manière à voir distinctement des objets diversement éloignés. Cette question a été le sujet d'un grand nombre de travaux; on en trouve l'analyse très-complète dans le traité d'*Optique physiologique* de M. Helmholtz. La conclusion à laquelle arrive cet auteur, fortement motivée par la discussion de tous les travaux concernant ce sujet, et aussi de ses expériences propres, peut se résumer ainsi : l'accommodation doit se faire par un changement de forme du cristallin, et il y a lieu de rejeter toute explication fondée sur une variation de la distance à la rétine du centre optique du système réfringent de l'œil, non plus que sur un changement de courbure de la cornée.

» Cependant des observateurs myopes ont constaté que, par des compressions exercées sur le globe de l'œil, ils pouvaient reculer la distance de vision distincte. Nous citerons notamment M. Breton de Champ (1) et M. Foltz (2). M. Breton de Champ constate qu'une pression exercée avec le pouce et l'index sur les paupières supérieure et inférieure lui permettait de lire à une distance très-différente de celle où l'accommodation naturelle lui rendait possible la lecture des mêmes caractères. Il ne se prononce d'ailleurs pas sur la nature des modifications que cette pression peut apporter dans le système oculaire.

» Quant à M. Foltz, il attribue explicitement l'accommodation artificielle par pression à un changement de courbure subi par la cornée; mais on peut voir dans l'*Optique physiologique* de M. Helmholtz que l'expérience directe a prononcé en montrant que, pendant l'accommodation, la cornée ne subissait que des changements de courbure insignifiants.

» D'un autre côté, on a remarqué depuis longtemps, car cette observation remonte à Képler, que certains yeux pouvaient voir deux images, ou même davantage, d'un objet, pourvu qu'il fût d'un assez petit diamètre apparent : Képler voyait jusqu'à dix lunes. Ce phénomène constitue la *polyopie monoculaire*. Une analyse historique des travaux faits sur ce sujet

---

(1) *Comptes rendus*, t. XLIII, p. 1161; 1856.
(2) *Comptes rendus*, t. XLIV, p. 388 et 618; 1857.

a d'abord été donnée par Trouessart (1); M. Helmholtz (2) l'a résumée en la complétant. Voici l'explication de Trouessart : il existerait, en dehors des surfaces réfringentes de l'œil, une formation relativement opaque à laquelle il donne le nom de *réseau oculaire*, et dont les vides produiraient des images multiples, absolument comme de petites ouvertures, faites en nombre plus ou moins grand au volet de la chambre obscure, donnent autant d'images d'un objet éclairé placé au dehors. M. Giraud-Teulon (3), adoptant l'explication de Trouessart quant au principe physique, pense que le réseau oculaire de son prédécesseur ne serait que l'ensemble des points résultant de l'intersection deux à deux des scissures à étoiles hexagonales qui séparent normalement les fibres du cristallin. D'après ce physiologiste, ces points joueraient dans la polyopie monoculaire le même rôle que des trous d'épingle percés dans une carte placée contre l'œil, lesquels procurent la vision d'images séparées d'un petit objet lumineux.

» Il est à remarquer que M. Helmholtz paraît éviter de se prononcer sur la cause de la polyopie monoculaire; il la mentionne seulement comme l'une des nombreuses aberrations monochromatiques de l'appareil de la vision. Il dit cependant, en parlant des figures rayonnées que présentent les images polyoptiques : « J'ai pu me convaincre que, dans leurs traits les » plus essentiels, ces figures rayonnées proviennent d'inégalités du cris- » tallin (4). » M. Helmholtz a pu voir certaines lignes claires et obscures, appartenant à l'image entoptique du cristallin, se transformer dans les taches claires ou obscures et dans les lignes de figures étoilées que donne l'observation d'un point lumineux par un œil non accommodé. Th. Young avait déjà donné des dessins de cette transition.

» Quant aux explications soit de Trouessart, soit de M. Giraud-Teulon, on pourrait voir, par une discussion *à priori*, qu'elles ne sont admissibles ni l'une ni l'autre pour expliquer les véritables images polyoptiques dont il va être question; qu'on ne peut considérer ces images multiples comme résultant de l'action d'un réseau doué des qualités, d'ailleurs différentes, que suppose l'une ou l'autre de ces deux explications, qui seraient toutes deux en contradiction avec les lois de la marche des rayons lumineux;

---

(1) Trouessart, *Recherches sur quelques phénomènes de la vision*; Brest, 1854.

(2) *Optique physiologique.*

(3) Giraud-Teulon, *Comptes rendus*, t. LIV, p. 904, 1862.

(4) Helmholtz, *Optique physiologique*, p. 191.

mais les expériences directes que je vais décrire nous amènent rapidement à la véritable explication.

» D'après ce que nous venons de rappeler, on a bien constaté le fait que certains yeux non accommodés peuvent voir des images multiples d'un corps lumineux d'un petit diamètre apparent, mais on n'a pas cherché à saisir le passage successif de ces images polyoptiques à l'image unique nécessaire à la vision distincte. Or voici l'expérience que je fais : je me place dans une chambre presque complétement obscure; j'y reste quelque temps pour laisser reposer complétement mon œil (le droit, qui est myope) et permettre une plus grande dilatation de la pupille; alors je regarde une petite ouverture rectangulaire percée dans le volet de la chambre obscure, ou bien un rectangle de fil de fer se projetant sur un fond fortement lumineux. J'aperçois alors des images multiples qui sont très-séparées si l'objet visé sous-tend un angle assez petit : ces images ne manquent pas de netteté, sont irrégulièrement distribuées, différentes d'intensité; leur nombre dépend de l'ouverture de la pupille; il y en a deux ou trois beaucoup plus intenses que les autres. En exerçant sur le globe de l'œil, avec un doigt, une pression d'ailleurs très-modérée, je déforme à volonté ce système d'images; en choisissant convenablement le lieu de la pression et graduant la force de celle-ci, je puis faire en sorte que les diverses images s'alignent suivant l'une des dimensions du rectangle; avec deux doigts, je puis ramener à une coïncidence parfaite les diverses images et j'arrive à une vision assez distincte. D'ailleurs, pendant que la position des images varie, elles ne paraissent pas changer au point de vue de la netteté.

» Voilà une expérience où la vision distincte s'obtient par un genre d'accommodation qui consiste simplement à superposer les images polyoptiques. Voilà aussi des images polyoptiques qui ne sont pas dues à la présence d'un réseau oculaire tels que le concevait Trouessart; quand, en effet, par une si faible pression sur le globe de l'œil, je fais cheminer à mon gré les images polyoptiques, on ne peut supposer que cela ait lieu par la déformation du prétendu réseau oculaire, et, à plus forte raison, que la superposition des images soit due à sa destruction.

» La seule explication possible de mon cas de polyopie est donc celle-ci : le cristallin agirait comme un objectif composé de plusieurs morceaux qui n'auraient pas le même centre optique, mais qui pourraient, par des pressions convenables, subir des déplacements relatifs capables d'amener à la superposition les images qu'ils donnent individuellement. Il me paraît probable que les cloisons qui partagent le cristallin en secteurs sont, en quel-

que sorte, des plis, qui permettent le déplacement de ces secteurs sous l'influence de pressions exercées peut-être par le muscle ciliaire et aussi par les paupières. L'intervention de ces dernières dans l'accommodation ne doit pas paraître douteuse quand on remarque le trouble qu'apporte dans la vision la présence du moindre abcès au bord de la paupière et aussi le résultat que produit une pression convenable des doigts dans l'expérience que je viens de décrire.

» Cette opération de réduction à un foyer unique serait, en quelque sorte, la partie constante de l'accommodation, qui correspondrait aussi à la destruction d'une cause d'astigmatisme qui ne paraît pas avoir été signalée jusqu'ici; de plus, la nécessité de l'intervention d'efforts exercés par les paupières expliquerait les contorsions sans lesquelles certains yeux ne peuvent arriver à la vision distincte. En tous cas, il me semble que cette dislocation du cristallin doit être la cause la plus générale de la polyopie monoculaire, et qu'elle rend bien compte des cas d'accommodation artificielle.

» Il est à remarquer que ce genre de polyopie est d'autant plus facile à constater que la pupille est plus dilatée; aussi c'est dans une chambre presque obscure que l'opération réussit le mieux. Disons aussi qu'un verre convenable, placé devant l'œil, peut donner aux images le maximum de netteté, mais ne détruit pas la polyopie; cela prouve une fois de plus que le défaut d'accommodation pour la distance de l'objet observé n'est pas toujours la condition de la polyopie monoculaire. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'acide carbonique liquide;* Note de **M. L. Cailletet**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« L'acide carbonique liquide a été peu étudié jusqu'à présent, en raison des difficultés qu'on éprouve à le manier. On comprend en effet qu'un liquide qui, à la pression de l'atmosphère, bout à 78 degrés au-dessous de zéro et qui, à la température ordinaire, possède déjà une force élastique capable de produire de dangereuses explosions, se prête peu aux recherches de laboratoire. Thilorier, qui a décrit les propriétés de l'acide carbonique liquide (1), n'indique pas dans son Mémoire dans quelles conditions il a réalisé ses expériences.

» En employant l'appareil que j'ai déjà eu l'honneur de faire connaître

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. LX, p. 427.

à l'Académie, à l'occasion de diverses recherches sur les pressions (1), on peut obtenir la liquéfaction de l'acide carbonique avec la plus grande facilité, et le liquide obtenu se prête, *à la température ordinaire*, à toutes les manipulations auxquelles on veut le soumettre.

» Dans mes recherches, le gaz desséché est contenu dans une sorte de thermomètre de grandes dimensions, dont le réservoir, ouvert à la partie inférieure, plonge dans le mercure que contient le tube laboratoire en acier. Au réservoir est soudé un tube en verre épais, dont la partie supérieure fait seule saillie hors de l'appareil métallique. C'est dans ce tube que vient se rassembler le gaz liquéfié, et que sont placées les substances qu'on veut faire réagir sur lui (2).

» L'acide carbonique liquide est incolore, très-mobile, il ne conduit pas l'électricité. Deux fils de platine, séparés par une couche d'acide liquéfié d'environ $\frac{1}{20}$ de millimètre d'épaisseur, ne laissent pas passer le courant d'une pile de 3 éléments de Bunsen. Un galvanomètre placé dans le circuit n'est pas influencé.

» On peut faire éclater au milieu de l'acide carbonique liquide les étincelles d'une forte bobine d'induction; la lumière de ces étincelles est blanche et très-vive. Je n'ai jamais observé dans ce cas le plus léger dépôt de charbon, et le liquide ne semble pas décomposé.

» J'ai fait un grand nombre d'expériences pour déterminer le coefficient de compressibilité de l'acide carbonique liquéfié; les nombres que j'ai obtenus ne sont pas constants, et cela provient sans doute de la présence dans l'acide carbonique d'une petite quantité de gaz non condensable que je n'ai pu éviter.

» L'analogie qui existe entre l'eau et l'acide carbonique m'a engagé à rechercher si ce gaz, lorsqu'il est liquéfié, n'agit pas sur les sels que l'eau peut dissoudre. J'ai constaté, contrairement à mes prévisions, que l'acide carbonique ne dissout ni le sel marin, ni le sulfate de soude, ni le chlorure de calcium; que, mis en contact avec le carbonate de potasse, il y a formation de bicarbonate, qui reste insoluble dans le liquide non absorbé.

» Le carbonate de chaux sous forme spathique, ou la craie desséchée,

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1131.

(2) Pour se mettre à l'abri de tout danger, on doit observer en interposant un écran formé d'une glace épaisse; car le verre à vitres ne résisterait pas aux éclats du tube, ainsi que j'ai eu l'occasion de le constater dans le cours de mes recherches.

n'est pas attaqué par l'acide carbonique liquide, même après une heure de contact, sous des pressions variant de 40 à 130 atmosphères.

» Le soufre, le phosphore sont insolubles dans l'acide liquéfié. L'iode s'y dissout en petite quantité, en communiquant au liquide une coloration violet pâle. La nuance obtenue est semblable à celle que donnent, à 10 centimètres cubes de sulfure de carbone, 5 milligrammes d'iode. L'eau ne dissout pas une grande quantité d'acide carbonique, l'excès du gaz liquéfié vient surnager.

» L'huile de pétrole dissout 5 ou 6 volumes d'acide liquide; les premières quantités condensées produisent, en se dissolvant, de nombreuses stries, ainsi que cela se voit lorsqu'on mélange deux liquides de densité différente. En opérant sur une petite quantité d'huile, la saturation a bientôt lieu, et l'excès d'acide carbonique flotte sur l'huile en présentant un plan net de séparation. Si l'on diminue alors la pression, l'acide carbonique se résout brusquement en gaz, et ce n'est que lorsqu'il a complétement disparu et que la pression s'est sensiblement abaissée, que l'huile abandonne, en bouillonnant, la quantité d'acide dissous. Le sulfure de carbone ne se mélange qu'en faible proportion avec l'acide carbonique.

» L'éther sulfurique absorbe des quantités considérables d'acide carbonique, peut-être même la dissolution a-t-elle lieu en toutes proportions. Vers 20 atmosphères, bien au-dessous du point où commence la liquéfaction, le gaz a complétement disparu et, pendant la dissolution, on observe les stries que j'ai décrites.

» Les huiles grasses se dissolvent en petite quantité dans l'acide carbonique. Le suif, dans ces conditions, blanchit à la surface en perdant les liquides gras qu'il contient.

» La stéarine, la paraffine sont insolubles dans l'acide carbonique. J'ai cherché à réduire l'acide carbonique liquide au moyen de l'amalgame de sodium; aucune action vive ne se produisant, j'ai tenté l'action directe du métal. Après un contact de plus d'une heure, le sodium s'était seulement recouvert d'une légère couche de bicarbonate.

« J'ai pu m'assurer que l'oxydation ne provenait que d'une faible quantité d'humidité et non de la décomposition de l'acide carbonique; car je n'ai trouvé ni charbon, ni oxyde de carbone, mais seulement une petite quantité d'hydrogène. Telles sont les principales propriétés de ce singulier liquide.

» Plusieurs des faits que j'ai observés sont en contradiction avec ceux que Thilorier a rapportés dans son Mémoire. En raison de cette divergence,

j'ai dû reprendre et varier mes recherches, et je crois, après les nombreuses expériences que j'ai faites, pouvoir garantir l'exactitude des résultats que j'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un nouvel amalgame d'argent de Konsberg, en Norvége.* Note de **M. F. Pisani**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« On connaît jusqu'à présent deux amalgames d'argent, dont l'un, le plus anciennement connu, porte le nom d'*Amalgame*, et l'autre celui d'*Arquérite*. L'amalgame, ou mercure argental de Haüy, a été trouvé à Moschel-Landsberg et autres localités dans le Palatinat; à Szlana, en Hongrie; à Almaden, en Espagne. On prétend l'avoir trouvé également à Allemont (Isère); à Sabla, en Suède; dans les monts Altaï, en Sibérie. L'amalgame de Moschel-Landsberg, localité qui a fourni les plus beaux cristaux des collections, a été analysé par Klaproth, qui l'a trouvé composé : argent = 36,0, mercure = 64; formule $AgHg^2$. Une autre variété du Palatinat a donné à Cordier : argent = 27,5, mercure = 72,5; formule $AgHg^3$. L'arquérite, trouvée à Arquéros, Chili, a été analysée par M. Domeyko, qui l'a trouvée composée de : argent = 86,49, mercure = 13,51.

» J'ai reçu dernièrement de la mine d'argent de Konsberg, en Norvége, deux échantillons d'argent natif cristallisé, extraits en 1871. L'un de ces échantillons est en gros cubes, de 1 centimètre environ, fortement tronqués par les faces octaédriques, dont quelques-unes ont pris une très-grande extension. Sa couleur est d'un blanc mat. L'autre échantillon est en cristaux moins gros et moins nets, ramuleux, d'un jaune de laiton, par suite d'une irisation superficielle (1).

» Ces deux échantillons d'argent donnant un peu de mercure dans le matras, il m'a paru intéressant d'en faire l'analyse, et voici les résultats auxquels je suis parvenu et que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» Le morceau en gros cristaux d'un blanc mat m'a donné comme moyenne de deux analyses les nombres suivants :

Argent....... = 95,26 Mercure....... = 4,74

» L'échantillon en cristaux jaunâtres a donné (moyenne de deux analyses)

Argent....... = 94,94 Mercure....... = 5,06

(1) Ces deux morceaux se trouvent actuellement dans la collection de M. H. de Laurencel.

» En prenant la moyenne des résultats fournis par ces deux échantillons, on arrive aux nombres suivants :

Argent....... $=95,10$ Mercure....... $=4,90$

ce qui correspond à la formule $Ag^{18}Hg$.

» Le calcul donne en effet pour cette formule

18 Ag..........	= 1944	= 95,11
Hg..........	= 100	= 4,89
	2044	100,00

» Ces essais ont été faits en chauffant l'amalgame avec du borax et pesant le culot d'argent qui en résulte.

» En présence d'un pareil résultat, j'ai examiné un échantillon d'argent natif de Konsberg, cristallisé également en cube octaèdre, qui se trouvait depuis longtemps dans ma collection. Cet argent m'a donné du mercure dans le matras, mais en quantité bien plus grande. Je l'ai alors analysé par le même procédé, et voici les nombres que j'ai obtenus :

Argent....... $=86,3$ Mercure....... $=13,7$

ce qui correspond à la formule Ag^6Hg, qui est celle de l'arquérite.

» Il y aurait donc à Konsberg deux amalgames d'argent, l'un correspondant à l'arquérite du Chili, et l'autre contenant beaucoup moins de mercure. Si la composition de cette dernière variété n'est pas accidentelle, et qu'on la retrouve dans d'autres échantillons de Konsberg ou d'une autre localité, cet amalgame pourrait bien constituer une espèce nouvelle. Dans ce cas, je proposerai de lui donner le nom de *Konsbergite*, du nom de la mine où il a été trouvé. Cependant, comme la quantité de mercure est si petite et la formule si peu en rapport avec celles des autres combinaisons métalliques binaires, formant de véritables espèces minérales, je serais plutôt porté à considérer, avec quelques auteurs, les amalgames d'argent comme de simples alliages qui peuvent se faire en toutes proportions par suite du mélange de ces deux métaux isomorphes. Aussi, de même que je viens de signaler une nouvelle variété d'amalgame d'argent dans ces échantillons de Konsberg, il est assez probable qu'en analysant les amalgames des autres localités moins connues, ou en essayant divers argents natifs, on arrivera à trouver encore d'autres proportions dans l'alliage de ces deux métaux. Je me propose d'ailleurs d'examiner particulièrement plusieurs des argents de Konsberg, cette localité m'ayant déjà donné les deux amalgames qui font l'objet de cette Communication. »

CHIMIE. — *De l'action de l'acide sulfureux sur les sulfures insolubles récemment précipités.* Note de **M. Aug. Guerout**, présentée par M. Becquerel.

« M. Langlois a montré que l'acide sulfureux, en réagissant sur les monosulfures alcalins solubles, produit des hyposulfites. Dans le but de déterminer si les sulfures métalliques insolubles et récemment précipités donneraient une réaction analogue, nous avons soumis ces sulfures en suspension dans l'eau pure au traitement par un courant ou une solution concentrée d'acide sulfureux. En opérant avec les principaux sulfures métalliques, nous sommes arrivés aux résultats suivants :

» Les sulfures de cuivre, d'argent, d'or, de platine, de mercure ne sont aucunement attaqués par l'acide sulfureux.

» Les sulfures de manganèse, de zinc, de fer sont très-solubles; ceux de cobalt et de nickel, de cadmium et de bismuth, d'étain, d'arsenic et d'antimoine ne sont que peu solubles dans l'acide sulfureux. Dans tous ces cas, il se forme des hyposulfites, il se dégage des quantités variables d'hydrogène sulfuré et il se dépose du soufre. Quand on opère à l'abri du contact de l'air, il ne se produit pas d'acide sulfurique.

» Enfin, dans le cas du sulfure de plomb, il ne se forme qu'une très-faible quantité d'hyposulfite; mais il se produit une grande quantité de sulfite, il se dépose du soufre et il se dégage de l'hydrogène sulfuré en quantité notable; ce sulfure est complétement attaqué.

» Si l'on ne tenait pas compte du dégagement d'hydrogène sulfuré qui, dans certains cas, est excessivement minime, la réaction générale pourrait aisément s'exprimer par la formule

$$2\,MS + 3\,SO^2 = 2(MS^2O^3) + S.$$

» Mais il y a des cas où le dégagement d'hydrogène sulfuré n'est nullement négligeable, et la formule précédente n'en rend pas compte. On ne saurait non plus l'expliquer par une réaction secondaire entre l'eau et le soufre à l'état naissant

$$4S + 4H^2O = H^2SO^4 + 3H^2S,$$

puisqu'il ne se forme pas d'acide sulfurique. Il est donc plus rationnel d'admettre, comme l'a supposé M. Langlois, à propos du sulfure de strontium, qu'il se forme d'abord du sulfite et de l'hydrogène sulfuré

$$MS + SO^2 + H^2O = MSO^3 + H^2S.$$

En présence d'un excès d'acide sulfureux, cet hydrogène sulfuré serait dé-

composé, et il se produirait de l'eau et du soufre

$$2H^2S + SO^2 = 2H^2O + 3S;$$

enfin une partie de ce soufre se combinerait au sulfite pour former de l'hyposulfite

$$3S + MSO^3 = MS^2O^3 + 2S.$$

Cette manière de voir n'était qu'une hypothèse de la part de M. Langlois; l'expérience suivante, facile à faire avec le sulfure de manganèse, nous semble démontrer que les choses se passent ainsi. Si l'on met du sulfure de manganèse en suspension dans de l'eau et qu'on y fasse tomber, très-lentement et goutte à goutte, une solution étendue d'acide sulfureux, en ayant soin d'agiter constamment, l'acide sulfureux, en arrivant, se trouvera toujours en présence d'un excès de sulfure, et, s'il est vrai que la réaction ait lieu comme nous venons de le dire, une certaine quantité d'hydrogène sulfuré devra échapper à l'action de l'acide sulfureux, et, par suite, une certaine quantité de sulfite devra rester sans se convertir en hyposulfite. C'est, en effet, ce qui a lieu : le dégagement d'hydrogène sulfuré est beaucoup plus abondant, et après l'opération on retrouve du sulfite de manganèse mélangé au dépôt de soufre.

» La manière dont la réaction se passe avec le sulfure de plomb vient encore confirmer ce résultat. Le produit principal de cette réaction est du sulfite de plomb; or, tandis que les sulfites des autres métaux sont plus ou moins solubles dans l'eau ou la solution d'acide sulfureux, le sulfite de plomb est insoluble dans ces deux corps; il a donc moins de facilité à se combiner avec le soufre à l'état naissant, et la formation de ce sulfite, en grande quantité, s'explique tout naturellement dès que l'on admet la formation préalable de sulfites, donnant ensuite naissance à des hyposulfites.

» En résumé, lorsqu'un sulfure est attaqué par l'acide sulfureux, il y a formation d'hyposulfite, mais cet hyposulfite est le résultat de trois réactions successives : 1° formation de sulfite et d'hydrogène sulfuré; 2° décomposition de l'hydrogène sulfuré et de l'acide sulfureux en soufre et en eau; 3° combinaison du soufre naissant avec le sulfite.

» Ce travail a été fait au Laboratoire de recherches de M. Fremy, et nous saisissons cette occasion de remercier ici notre savant professeur du bienveillant appui qu'il ne cesse de nous prêter dans le cours de nos expériences. »

ZOOLOGIE. — *Sur la distribution géographique des* Percina (*première section des Percoïdes*). Note de **M. Léon Vaillant**, présentée par M. Blanchard.

« Un des sujets les plus importants aujourd'hui de l'histoire des animaux est certainement l'étude de ces êtres dans leur distribution à la surface du globe : la géographie zoologique. L'intérêt qui s'attache à la connaissance de l'extension variée des différentes espèces, l'équilibre, en quelque sorte, résultant de l'équivalence de certains types entre les faunes de diverses contrées, sont des notions d'une grande valeur, qui doivent être sans aucun doute d'un puissant secours au point de vue taxonomique pour nous apprendre, d'une part, ce qu'on doit penser de l'espèce légitimement établie, base première, peut-être unique, de la classification, et, d'autre part, l'importance que méritent d'obtenir dans les groupements supérieurs tels ou tels caractères, ceux-ci étant loin, comme l'expérience le démontre, d'avoir toujours la même valeur pour les différentes divisions. Dans les travaux relatifs à la classification des collections ichthyologiques du Muséum, dont M. le professeur Blanchard a bien voulu me confier le soin, je me suis proposé d'étudier ces questions, j'exposerai brièvement à l'Académie les résultats que m'a fournis l'examen d'une section des Percoïdes comprenant les types les plus rapprochés de la Perche commune.

» Ce groupe dans son ensemble est très-naturel; à peine y remarque-t-on quelques types aberrants, présentant d'ailleurs les caractères fondamentaux : tels sont les genres *Etelis*, *Enoplosus;* au reste, la meilleure preuve qu'on puisse peut-être en donner, c'est que depuis les travaux de Cuvier, qui le premier l'a établi comme simple section de cette famille, il a été adopté sans modification importante par tous les auteurs, et dans des travaux spéciaux de trois naturalistes dont on ne peut récuser la compétence sur cette matière, MM. Günther, Canestrini, Gill, travaux ayant paru presqu'à la même époque (1859 à 1861) sous le nom de *Percina*, *Percini* ou *Percinæ*, les mêmes genres à peu près se trouvent réunis.

» Parmi les espèces qui entrent dans cette section existent des êtres variés comme *habitat*, les uns des eaux douces, c'est le plus grand nombre, d'autres plutôt marins; toutefois, parmi ceux-ci, la plupart se rencontrent assez souvent près des côtes et à l'embouchure des grands fleuves. Nous y trouvons aussi, au point de vue de l'aire d'extension, les oppositions les plus grandes, fait au premier abord assez étrange, mais dont les poissons ne sont pas seuls à présenter des exemples; c'est parmi ceux qui habitent exclusivement les eaux douces que se voient les espèces les moins limitées, ce

que la théorie ne semblerait pas indiquer au premier abord, les conditions d'existence paraissant plus semblables et les facilités de diffusion plus grandes dans les eaux marines. C'est ainsi que la *Perca fluviatilis*, connue dans toute l'Europe, franchit l'Oural et se trouve dans toute la Sibérie; une autre espèce d'un genre voisin, l'*Acerina cernua*, est dans le même cas. L'immense chaîne de l'Altaï qui, depuis le cap oriental, à travers la haute Asie, rejoint l'Oural, séparant les eaux tributaires de l'océan Glacial de celles qui descendent vers l'océan Pacifique, marque la limite de cette remarquable espèce, et dans toute cette étendue elle conserve absolument les mêmes caractères : les types déposés autrefois dans les galeries du Muséum par Humboldt et Ehrenberg le prouvent avec la plus grande évidence. Dans les parties de l'ancien continent, placées au sud de cette ligne de faîte, nous trouvons des espèces équivalentes se rapportant, pour ce qui est de la partie orientale, à un genre assez différent par certains détails notables, comme la disposition et même la forme des écailles, les *Siniperca*, dont deux espèces peuplent en abondance les cours d'eau de la Chine. Dans les Indes et en Afrique, ce sont les *Lates calcarifer* et *Lates niloticus*, espèces voisines l'une de l'autre et rappelant de très-près le type des Perches proprement dites; la première est restreinte à l'Indoustan et à l'Indo-Chine; quant à la seconde, rencontrée dans le Nil et le Sénégal, elle doit sur cette vaste étendue jouer le rôle de la *Perca fluviatilis* du Nord. Dans l'Amérique septentrionale, l'espèce équivalente, la *Perca flavescens*, est si voisine du type européen que certains auteurs ont cru pouvoir la regarder comme n'en étant qu'une simple variété; elle existe aussi sur presque tout le continent, sauf la partie sud; on la trouve depuis le Texas jusqu'aux fleuves qui se jettent dans la baie d'Hudson. Au Mexique, elle est remplacée, comme les Perches en Afrique et aux Indes, par les *Lates*, par le genre *Centropomus*, dont les espèces, devenues nombreuses dans ces dernières années, grâce aux actives recherches de M. Bocourt, seront bientôt publiées dans le travail sur l'expédition du Mexique dont nous préparons la partie ichthyologique avec ce zélé voyageur. Ce genre Centropome, comme le genre Latès de l'ancien monde, ne remonte pas au delà du tropique.

» On a depuis longtemps mentionné encore comme espèces équivalentes les *Lucioperca sandra* et *L. Volgensis* de l'Europe et le *L. americana*, du nouveau continent; leur aire d'extension, tout en étant moindre que celle des espèces précédentes; est encore assez étendue; mais à côté s'en trouvent de voisines qui sont au contraire cantonnées dans des limites très-étroites : telles sont les Aprons, les *Percarina* pour l'Europe; quelques espèces

de Perches proprement dites, le *Huro*, pour l'Amérique du Nord, et aussi dans cette dernière quelques-uns de ces genres singuliers réunis par M. Agassiz sous la dénomination d'*Etheostomatidæ*, dont les relations avec les Percoïdes et, pour certains genres, les rapprochements à établir avec les Aprons en particulier ne me paraissent laisser aucun doute; j'espère pouvoir bientôt traiter ce point plus au long, l'étude de ces petits poissons d'eau douce étant en ce moment l'objet d'un travail spécial.

» Les espèces marines se prêtent à des rapprochements analogues. Elles se trouvent également sur d'assez grands espaces; c'est ainsi que les *Labrax lupus* et *L. punctatus*, répandus dans la Méditerranée, remontent dans toutes les mers occidentales de l'Europe; la seconde espèce descend même jusqu'au Sénégal, d'après un exemplaire de la collection du Muséum confirmé par les recherches de M. Steindachner. Les *Labrax americanus* et *L. lineatus* se trouvent leur répondre sur la côte est de l'Amérique septentrionale; enfin dans les mers de Chine le genre *Percalabrax* vient remplacer les *Labrax*, par rapport aux Perches proprement dites, en face des *Siniperca*, en offrant avec celles-ci certaines correspondances organiques, surtout pour la disposition des écailles. J'ai le regret de n'avoir pu examiner sur nature les genres *Cnidon* et *Niphon* des mêmes mers. Comme les Perches, les Labrax se rencontrent surtout en deçà des tropiques; la seule exception bien tranchée serait le *Labrax Waigiensis;* malheureusement cet animal n'est représenté dans nos collections que par l'unique individu rapporté par Lesson et Garnot. A-t-il été trouvé dans sa station normale? C'est un fait à examiner, car les exemplaires cités par M. Günther sous ce nom habiteraient beaucoup plus bas, sur les côtes sud-est de la Nouvelle-Hollande.

» Une autre considération qui résulte de l'étude de ces *Percina* au point de vue de la distribution géographique, c'est leur absence à peu près complète dans l'hémisphère austral : à peine trouve-t-on au Chili quelques-unes de ces Perches, dont les auteurs américains ont fait le genre *Percichthys*, dernier fait qui peut trouver son explication dans l'extension connue des zones tempérées sur la partie ouest de l'Amérique du Sud. Quant à l'Océanie, elle ne présente, outre le Labrax cité plus haut, que le genre tout à fait aberrant *Enoplosus* sur les côtes de la Nouvelle-Hollande. Ces espèces de l'hémisphère austral se trouvent également au delà du tropique, ce qui conduit à admettre que ces *Percina* sont surtout des Poissons des zones tempérées ou froides et des grandes terres avec les mers qui les baignent.

» En résumé, ces remarques me paraissent conduire aux conclusions

suivantes, importantes surtout en ce que, ayant des analogues dans d'autres groupes, elles acquièrent plus de valeur par leur généralisation.

» 1° Les espèces des eaux douces peuvent, chez les *Percina*, avoir une aire d'extension géographique beaucoup plus considérable que les espèces marines correspondantes.

» 2° Les *Perca* et les *Labrax*, les *Siniperca* et les *Percalabrax* sont extra-tropicaux et appartiennent surtout à l'hémisphère boréal; ils sont remplacés entre les tropiques par les *Lates* et les *Centropomus*. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur une dent d'*Elephas primigenius, *trouvée par M. Pinard dans l'Alaska.* Note de **M. A. Gaudry**, présentée par M. de Quatrefages.

« Parmi les pièces de l'importante collection rapportée de l'Alaska par M. Pinard, on remarque une dent d'éléphant fossile, qui a été trouvée sur les bords de la rivière Kouitchak, près du lac Iliamna (baie de Bristol), au 59e degré de latitude et au 156°, 41′ de longitude ouest de Paris. M. Pinard a vu dans le même lieu des défenses et une cinquantaine de molaires d'éléphant; la difficulté des transports ne lui a point permis de s'en charger. Il paraît que chaque année, à l'époque de la fonte des neiges, les terrains des rives du Kouitchak sont minés par les eaux, et s'éboulent en laissant à découvert des ossements nombreux.

» La dent qui a été recueillie est une sixième molaire supérieure droite d'un *Elephas primigenius* de taille moyenne. Elle est dans un tel état de conservation, qu'on hésiterait à la croire fossile si elle n'appartenait pas à une espèce éteinte. Il faut supposer, ou bien qu'elle provient d'un animal d'une date peu ancienne, ou bien que les terrains dont elle a été détachée sont restés glacés depuis son enfouissement. M. Auguste Terreil a bien voulu déterminer la quantité de matière organique qu'elle contient. Les fragments qu'il a analysés ont noirci au feu et se sont enflammés, absolument comme des morceaux d'une dent fraîche, en répandant l'odeur caractéristique des os brûlés. Une portion de la racine a offert à M. Terreil la composition suivante :

Matières minérales....	64,05
Matière organique....	23,97
Eau....	11,98
	100,00

Un fragment de lame, avec l'émail et un peu de cément, a donné à l'analyse 22,59 de matière organique et d'eau sur 100 parties.

» La dent trouvée par M. Pinard comprend 23 lames, quoique sa partie antérieure ait été déjà entamée par l'usure ; sa surface triturante en exercice a 17 lames sur une longueur de $0^m,167$. Suivant M. Lartet, une molaire d'*Elephas primigenius* doit avoir 20 à 23 lames sur une longueur de $0^m,24$ de surface triturante. En établissant une proportion pour la dent rapportée par M. Pinard, on trouverait un chiffre de 24 lames pour une longueur de $0^m,24$, soit 1 centimètre pour chaque lame et la partie adhérente de cément. Non-seulement les lames sont très-étroites et serrées, mais leur émail est mince. On peut donc dire que la dent de l'Alaska offre un type très-accentué de l'*Elephas primigenius*. Le Révérend Buckland et, plus récemment, sir John Richardson ont décrit des molaires d'éléphant qui ont été recueillies dans la baie d'Escholtz et sont de même remarquables par leurs lames minces et nombreuses.

» La molaire de l'Alaska a une parfaite ressemblance avec les dents d'*Elephas primigenius*, qui ont été trouvées en Sibérie, en Europe et notamment aux environs de Paris ; les défenses que M. Pinard a vues dans l'Alaska étaient fortement courbées comme celles de Sibérie. On observe aussi une extrême ressemblance entre l'*Elephas americanus* de l'Amérique septentrionale (Columbi, Texianus, Jacksoni) et l'*Elephas antiquus* du drift de Paris. Il y a d'étroits liens entre le *Mastodon americanus* et le *Mastodon turicensis* des terrains miocène et pliocène d'Europe. Si l'on réfléchit qu'à côté de ces affinités des proboscidiens des affinités non moins grandes existent entre les Bisons, les Ovibos, les Rennes, les *Cervus canadensis* de l'Europe et de l'Amérique du Nord, on est bien disposé à croire qu'il y a eu autrefois une communication entre l'ancien et le nouveau continent. Il est probable que cette communication a déjà existé dans les premiers temps de la période miocène ; car les mammifères miocènes de la France ont les analogies les plus frappantes avec les fossiles du Nébraska, qui ont été figurés par M. Leidy, sous les noms d'*Amphicyon, Canis, Pseudælurus, Dinictis, Machærodus, Hyænodon, Entelodon, Perchærus, Hyopotamus, Anchitherium, Rhinoceros, Titanotherium*, etc. Les travaux des botanistes ont révélé des affinités non moins marquées entre les plantes du miocène d'Europe et celles de l'Amérique septentrionale. »

M. Élie de Beaumont fait observer que le gisement d'*Elephas primigenius*, avec gélatine des os conservée, ajoute un terme nouveau à la série des gisements du même genre déjà signalés, tant en Amérique qu'en Asie, sur les côtes de la mer Glaciale (Escholtz-Bay et embouchures des grands fleuves sibériens). Le gisement de la presqu'île Alaska a cela de particulièrement

remarquable que, étant situé par 59 degrés de latitude, il est à plus de 10 degrés au midi des autres, qui se trouvent pour la plupart au delà du 70e parallèle ou dans son voisinage. Il est même plus méridional que l'Islande, où une dent d'Éléphant fossile a été trouvée. Le tout forme un ensemble de plus en plus imposant.

MÉDECINE. — *Sur l'élévation de la température centrale chez les malades atteints de pleurésie aiguë, auxquels on vient de pratiquer la thoracocentèse;* Note de M. A. LABOULBÈNE, présentée par M. Ch. Robin.

« L'étude de la température dans les maladies a fait, dans ces derniers temps, des progrès considérables; mais il reste encore beaucoup à apprendre sur ce sujet important.

» Voulant connaître l'influence produite par la soustraction du liquide épanché dans la plèvre, sur la température des malades atteints de pleurésie aiguë, j'ai placé un thermomètre dans la cavité rectale avant et aussitôt après avoir pratiqué la thoracocentèse. Je me suis assuré, de la sorte, que la température prise avec le même instrument marquait constamment, après l'opération, une élévation de plusieurs dixièmes de degré centigrade.

» On pourra en juger par les chiffres suivants :

» 1er *fait.* — Homme; liquide retiré clair, citrin et fibrineux....... 2605 grammes.
Température rectale avant la thoracocentèse...... 38,4
» après la thoracocentèse...... 38,6

» 2e *fait.* — Homme; liquide jaune foncé un peu trouble, fibrineux... 2000 grammes.
Température rectale avant la thoracocentèse...... 38,6
» après la thoracocentèse...... 38,9

» 3e *fait.* — Homme; liquide un peu trouble, jaunâtre, mais avec une teinte rosée, légèrement sanguinolent........................ 1050 grammes.
Température rectale avant la thoracocentèse...... 38,4
» après la thoracocentèse...... 38,7

» 4e *fait.* — Homme; liquide clair, citrin et fibrineux.............. 880 grammes.
Température rectale avant la thoracocentèse...... 38,4
» après la thoracocentèse...... 38,6

» 5e *fait.* — Homme; liquide parfaitement clair, d'un jaune ambré... 1830 grammes.
Température rectale avant la thoracocentèse...... 38,6
» après la thoracocentèse...... 38,8

» 6e *fait.* — Homme; liquide clair, un peu verdâtre, fibrineux...... 1360 grammes.
Température rectale avant la thoracocentèse...... 38,6
» après la thoracocentèse...... 38,8

» Pour se rendre compte de l'élévation constante de la température (2 à

3 dixièmes de degré centigrade) que j'ai constatée chez les malades auxquels j'ai retiré de la sérosité pleurale, il faut apprécier l'état dans lequel se trouvaient les organes respiratoires avant et après l'opération.

» Chez tous les malades, le poumon refoulé par l'épanchement pleural ne fonctionnait que peu ou point, par suite de la compression à laquelle il était soumis. Aussitôt après l'évacuation du liquide, l'air pénétrait dans les vésicules pulmonaires, ainsi que le démontraient l'apparition de la matité à la percussion, le retour des vibrations thoraciques et la perception du murmure respiratoire à l'auscultation.

» Or, les conditions organiques étant changées dans le poumon par l'enlèvement du liquide pleural, la respiration devient ample dans les points où elle existait à peine ou point du tout. Aussi les actions moléculaires, qui ne se produisaient point dans le poumon comprimé, peuvent avoir lieu de nouveau dès que l'afflux sanguin pulmonaire se rapproche de ce qu'il est dans l'état normal. Ces conditions nouvelles suffisent pour expliquer l'élévation de la température centrale.

» Je dois dire, relativement à la température prise dans l'aisselle, qu'elle est ordinairement plus basse après qu'avant la thoracocentèse ; mais ce fait n'a rien d'extraordinaire, puisqu'il faut découvrir le malade, dont la cavité axillaire se refroidit pendant l'opération.

» En terminant cette Note, j'ajouterai qu'on ne doit pas tenir compte de la chaleur du liquide pleurétique enlevé. Cette chaleur ne peut influencer la température centrale, puisque le liquide épanché dans la plèvre ne participe point aux échanges organiques de nutrition qui produisent l'élévation ordinaire de la température. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Observations relatives à quelques Communications faites récemment par M.* Pasteur, *et notamment à ce sujet : « La levûre qui fait le vin vient de l'extérieur des grains de raisin » ; par* **M. A. Béchamp.**

« Il y a une dizaine d'années, on admettait que l'intervention de l'air était nécessaire pour que la fermentation vineuse débutât. Les uns croyaient, avec Gay-Lussac et M. Liebig, que c'était parce qu'il déterminait, par son oxygène, une modification de la matière albuminoïde du moût d'où naissait le ferment; les autres, parce qu'il apportait dans le moût les germes nécessaires au développement de ce ferment.

» Dans le courant de 1862, tandis que je poursuivais mes recherches sur les moisissures et leur fonction comme ferment, j'en vins à exposer au con-

tact de l'air, au même moment et au même lieu, du moût de raisin décoloré par le noir animal, simplement filtré et non filtré. Les trois préparations entrèrent en fermentation, mais dans un ordre inverse à l'énumération qui précède. De plus, les moisissures ou ferments développés ne se trouvèrent pas être identiquement les mêmes dans les trois expériences. Le milieu chimique étant le même, pourquoi n'a-t-il pas agi de la même façon dans les trois moûts?

» Pour résoudre la question, j'ai institué les expériences que j'ai publiées en 1864. Des raisins entiers, sains, munis de leurs pédoncules, ont été introduits, à la vigne même, dans de l'eau sucrée bouillie, refroidie dans un courant d'acide carbonique, et tandis que le gaz y barbotait encore. La fermentation s'établit et s'acheva dans ce milieu ainsi soustrait pendant toute sa durée à l'action de l'air. Enfin j'ai montré que les globules de ferment, développés dans le milieu fermenté, étaient les mêmes, sauf des nuances, que ceux que je découvrais directement dans les raisins. On trouvera la question complétement traitée aux *Comptes rendus* (1864, t. LIX, p. 626).

» J'ai conclu de ces recherches que l'air, par son oxygène ou par ses germes, *n'est pour rien* dans la naissance du ferment, et que le raisin apporte avec lui tout ce qu'il faut pour que la fermentation s'accomplisse dans toute sa plénitude. Je ne veux pas en dire davantage aujourd'hui; je reviendrai prochainement sur ce sujet; j'ai seulement voulu montrer que j'avais bien observé en 1864, et que, dès cette époque, je savais à quoi m'en tenir sur la part qu'il faut faire aux *germes* de l'air (1). M. Pasteur a dé-

---

(1) Je me hâte d'ajouter que les mêmes expériences réussissent lorsque les raisins sont introduits dans le moût filtré, chauffé et créosoté, selon la méthode que j'utilise depuis plus de quinze ans. A ce propos, je supplie l'Académie de me permettre de lui rappeler la fin d'une Note que j'ai eu l'honneur de lui présenter le 26 février de cette année « *sur la nature essentielle des corpuscules organisés de l'atmosphère et sur la part qui leur revient dans les phénomènes de fermentation,* » fin qui n'a pas pu trouver place au *Compte rendu* de la séance, à cause de sa longueur. La reproduction de cette fin est devenue nécessaire. Je prie l'Académie de me permettre de la lui représenter. Elle faisait suite à ces mots de la page 633 du tome LXXIV des *Comptes rendus :* « En voici deux autres qui les contrôlent : »

Le 21 juillet 1870, mis en expérience, au même moment, dans le même lieu que les deux précédentes, et avec les mêmes soins :

C. Empois fait avec 16 grammes de fécule et bouillon de levûre créosoté (50^{gr} de levûre, 400^{cc} d'eau), 250 centimètres cubes, carbonate de chaux pur 25 grammes.

D. Empois de 16 grammes de fécule avec la moitié du bouillon de levûre précédent, 250 centimètres cubes; craie de Sens, du même bloc que ci-dessus, 60 grammes.

Le carbonate de chaux était remué à l'air, pendant que l'on pulvérisait la craie avec les

couvert ce qui était connu; il a simplement confirmé mon travail; en 1872, il arrive à la conclusion à laquelle j'étais arrivé huit ans auparavant, savoir :

---

précautions accoutumées. Les deux ballons, fermés par un papier entourant le goulot, sont placés à l'étuve. Le 3 août, C n'est pas fluidifié; dans le mélange, rares granulations moléculaires isolées; D est en partie fluidifié : il y a de superbes bactéries de toutes dimensions. Laissé à l'étuve jusqu'au 1er septembre 1870. Ce jour, examiné de nouveau, et mis fin.

C, l'empois est fluidifié; pas de bactéries; il n'y a pas plus de granulations moléculaires que le 3 août; filtré; la liqueur se colore par l'acide comme un mélange de dextrine et de fécule soluble, c'est-à-dire en rouge violacé, et ne précipite point par l'acide oxalique, c'est-à-dire pas de chaux dissoute et pas d'acides formés.

D, le nombre des *microzymas* a beaucoup diminué; une foule de bactéries les ont remplacés. La liqueur filtrée précipite abondamment par l'acide oxalique, et se colore seulement en jaune par l'iode. La nouvelle liqueur distillée fournit : acide acétique et butyrique, et un résidu fixe composé surtout d'acide lactique.

Le rôle des granulations moléculaires, des germes, comme on dit, de l'atmosphère, est considérable, cela n'est pas douteux. Les expériences que je viens de rapporter me semblent prouver que ces prétendus germes sont surtout des *microzymas* dont on peut rendre l'influence aussi petite que l'on veut. Il ne faut donc pas leur accorder une importance exagérée, qui devient, en quelque sorte, superstitieuse quand on veut leur faire tout expliquer en matière de fermentations. Ainsi l'on admet qu'ils pénètrent même à travers des parois compactes, et que le contact instantané d'un petit volume d'air peut être la cause, dans tous les cas où une action de fermentation se manifeste, de transformations chimiques puissantes et de l'apparition possible d'une foule d'organismes divers. Admettons, pour un moment, l'hypothèse et voyons-en les conséquences. M. Dumas a démontré que, à Paris, un homme qui fait seize inspirations par minute fait pénétrer dans ses poumons près de 8 mètres cubes d'air par vingt-quatre heures. Puisqu'on admet que les germes ou *microzymas* de l'air pénètrent si facilement partout et qu'ils sont si aisément retenus par les infusions, je demande expressément pourquoi l'on n'admet pas qu'ils soient retenus également par toute la surface des voies respiratoires et de cette vaste nappe humide ou sanguine, que le poumon supposé étalé en surface représente, et n'y pénètrent pas. Sans doute on est forcé de le nier, car sans cela, en poussant un peu les conséquences, tous les actes chimiques de l'organisme, si semblables aux actes de fermentation, pourraient être attribués aux germes de l'atmosphère! J'admets, au contraire, qu'ils y pénètrent en tant que *microzymas*, et je démontrerai, je l'espère, qu'ils ne sont presque pour rien dans les manifestations chimiques que nous y observons. Quoi qu'il en soit, on vient de voir qu'on peut réduire leur influence à rien. Ce sont ces expériences préliminaires qui nous ont permis, à M. Estor et à moi, d'entreprendre l'étude des *microzymas* de l'organisme, étude pour laquelle nous avions besoin de négliger l'influence des germes atmosphériques. J'ai cherché, dès 1855, dans l'atmosphère, la cause du développement des moisissures et de tous les ferments figurés : elle est aussi ailleurs. Si l'Académie le permet, M. Estor et moi lui rendrons compte d'expériences qui expliquent celles que M. Fremy et M. Trécul opposent à M. Pasteur, et cela sans faire intervenir la doctrine de l'hétérogénie.

le ferment qui fait fermenter le moût est une moisissure qui vient de l'extérieur du grain de raisin. Je prie l'Académie de me permettre de prendre acte de cette confirmation.

» J'ai été plus loin. Dès 1864, j'ai montré que les rafles de la grappe et les feuilles de la vigne sont porteurs de ferments, capables de faire fermenter le sucre et le moût, et, de plus, que les ferments, qui naissent des feuilles et des rafles, sont quelquefois de nature à nuire à la vendange. »

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 4 novembre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Éléments de Statique; par L. POINSOT; 11e édition, précédée d'une Notice sur L. Poinsot par M. J. BERTRAND. Paris, Gauthier-Villars, 1873; br. in-8°.

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles de Cherbourg, publiés sous la direction de M. le Dr Aug. LE JOLIS, t. XVI; 2e série, t. VI. Paris, J.-B. Baillière et fils, Cherbourg, Bedelfontaine et Syffert, 1871-1872; 1 vol. in-8°.

Le Constructeur. Tables, formules, règles, calculs et aide-mémoire à l'usage des ingénieurs, constructeurs, etc.; par F. REULEAUX. Édition française publiée sur la 3e édition allemande par E. MÉRIJOT; 1er fascicule. Paris, F. Savy, 1873; 1 vol. in-8°.

Traité de Viticulture et d'Œnologie; par C. LADREY; 2e édition; t. Ier, *Viticulture*. Paris, F. Savy, 1873; 1 vol. in-12.

Revue de Géologie pour les années 1869 *et* 1870; *par* MM. DELESSE *et* DE LAPPARENT; t. IX. Paris, F. Savy, 1873; in-8°.

Mémoire sur les effets de la foudre sur les arbres et les plantes ligneuses, et l'emploi des arbres comme paratonnerres; par D. COLLADON. Genève, imp. Ramboz et Schuchardt, 1872; in-4°. (Présenté par M. Becquerel.)

Résumé des observations météorologiques faites à la Faculté des Sciences de Nancy, accompagné de la discussion des orages dans le département de la

Meurthe pendant les années 1870 *et* 1871; *par* J. CHAUTARD; 9e et 10e années. Nancy, N. Collin, 1872; br. in-8°.

Rapport sur les travaux du Conseil central d'hygiène publique et de salubrité de la ville de Nantes et du département de la Loire-Inférieure pendant l'année 1871, *adressé à M. Henry Doniol, préfet du département.* Nantes, imp. de Mme veuve C. Mellinet, 1872; br. in-8°. (2 exemplaires.)

Extrait du journal le XIXe Siècle. *Épidémie et contagion. De la rage. Lettres adressées à M. de Quatrefages par* le Dr E. CHAIROU. Paris, Chaix et Cie, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Agrologie. Traité de la détermination des terres arables dans le laboratoire; par P. DE GASPARIN. Paris, veuve Bouchard-Huzard, 1872; in-8°. (Présenté par M. Chevreul.)

Trois Mémoires pour servir à l'histoire zoologique du poisson de Chine. Le Macropode; par P. CARBONNIER. Paris, E. Martinet, 1872; br. in-8°. [Extrait du *Bulletin de la Société d'acclimatation.* (Présenté par M. de Quatrefages.)]

Études sur la phosphorescence des animaux marins; par M. PANCERI. Sans lieu ni date; br. in-8°. [Extrait des *Annales des Sciences naturelles.* (Présenté par M. Milne Edwards.)]

Carte géologique du département de la Savoie; par MM. Ch. LORY, L. PILLET *et l'abbé* P. VALLET. Chambéry, lith. Perrin, 1869; carte en 2 feuilles.

Paléontologie française; 2e série, *Végétaux, terrain jurassique; par* M. le Comte DE SAPORTA; liv. 5, 6, 7, *Algues et fougères.* Paris, V. Masson, 1872; 3 liv. in-8°. (Présenté par M. Brongniart.)

Cours de Physique mathématique; par M. É. MATHIEU. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-4°. (Présenté par M. Serret.)

Iconographie photographique des centres nerveux; par J. LUYS; 2e liv. Paris, J.-B. Baillière, 1872; in-4°, texte et planches. (Présenté par M. Robin.)

Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon; t. Ier, 1re liv., *Études sur la station préhistorique de Solutre* (*Saône-et-Loire*); *par* M. l'abbé DUCROST *et* M. le Dr L. LORTET. Lyon, H. Georg, 1872; in-4°.

Saggio delle opere di Leonardo da Vinci. Milano, tito di Giovanni RICORDI, 1872; in-fol., avec 24 planches photolithographiées.

Intorno alla luce che emana dalle cellule nervose della phyllirhoe bucephala,

Per. Memoria di Paolo PANCERI. Napoli, stamp. del Fibreno, 1872; in-4°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Gli organi luminosi e la luce dei pirosomi e delle foladi, Memoria di Paolo PANCERI. Napoli, stamp. del Fibreno, 1872; in-4°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Memorie del regio Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; vol. XVI, part. 2. Venezia, nello stabil. di G. Antonelli, 1872; in-4°.

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; t. I, disp. 6-7. Venezia, tip. Grimaldo, 1871-1872; 2 liv. in-8°.

E. DIAMILLA-MULLER. *Carta magnetica dell' Italia e dei mari italiani.* Milano, 1872; carte en 8 feuilles.

Magnetische und Meteorologische Beobachtungen auf der K. K. Sternwarte zu Prag im Jahre 1871, auf öffentliche Kosten, herausgegeben von Car. HORNSTEIN. Prag., 1872; in-4°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 11 novembre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Catalogue des livres composant la bibliothèque de l'École des Ponts et Chaussées. Paris, Imprimerie nationale, 1872; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans; t. XIV, n° 4, 1872, 4e trimestre. Orléans, imp. E. Puget et Cie; br. in-8°.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève; t. XXI, 2e partie. Paris, Cherbuliez et Cie. Bâle, H. Georg; 1 vol. in-4°, avec planches.

Nouveau traité de Chimie industrielle, etc.; par R. WAGNER, édition française, publiée d'après la 8e édition allemande; *par* le Dr L. GAUTIER; t. Ier, fasc. 4. Paris, F. Savy, 1873; grand in-8°.

Etude sur les races indigènes de l'Australie; par le Dr P. TOPINARD. Paris, G. Masson, 1872; in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Etude sur le camp de Châlons. L'homme préhistorique et le cultivateur actuel; par C. HUSSON fils. Toul, imp. T. Lemaire, 1872; br. in-8°.

Le Monde microscopique des eaux; par J. GIRARD. Paris, J. Rothschild, 1872; 1 vol. in-18 relié.

Transformation raisonnée des dix chiffres appliquée à l'Arithmétique, à la Géographie et à l'Histoire; par V. BALLU. Paris, chez l'auteur, imp. Ch. Lahure; br. in-8°.

Notice sur la vie et les travaux de Daniel Dollfus-Ausset; par M. Ch. GRAD. Paris, Blot, 1872; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*)

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti, dal novembre 1871 *all' ottobre* 1872; t. I, serie quarta, disp. nona. Venezia, tip. Grimaldo, 1871-1872; in-8°.

Memorie del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; vol. decimosettimo. Venezia, tip. di G. Antonelli, 1872; in-4°.

Pirology, or fire Analysis; by captain W.-A. ROSS. Londres, 1872; br. in-8°. (From the *Proceedings of the Royal Society*, n° 137, 1872.)

United States railroad and mining register annual; vol. XVII, n° 18. Philadelphia, saturday, september 21, 1872; n° grand in-folio.

Archiv für mikroskopische Anatomie, herausgegeben von Max. SCHULTZE. *Namen- und Sachregister zu Band I-VIII,* bearbeitet von Fr. HUNOLD. Bonn, Verlag von Max. Cohen et Sohn, 1872; in-8°.

Zur algebraischen Theorie der quadratischen Formen; von L. KRONECKER. Berlin, G. Vogt, 1872; br. in-8°.

Kritische Bemerkungen und neue beiträge zur literatur des Gehörlabirinths; von A. BOETTCHER. Dorpat, 1872, W. Gläsers, Verlag; br. in-8°.

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz-Eilfte lieferung. Gebiete der kantone Bern, Luzern, Schwyz und Zug; von Fr.-J. KAUFMANN. Bern, in Commission bei J. Dalp, 1872; in-4°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS D'OCTOBRE 1872.

Annales de Chimie et de Physique; octobre et novembre 1872; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 9, 1872; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; août 1872; in-8°.

Annales du Génie civil; octobre 1872; in-8°.

Annales industrielles; n°s 14 à 17, 1872; in-4°.

Annales médico-psychologiques; septembre 1872; in-8°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, n^{os} des 6, 13, 20, 27 octobre 1872; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 178, 1872; in-8°.

Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris; n°s 67-68, 1872; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; octobre 1872; in-4°.

Bulletin de la Société française de Photographie; n° 10, 1872; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; n^{os} des 15 et 30 octobre 1872; in-8°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n° 10, 1872; in-8°.

Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal; n°s 5, 6, 7, 1872; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio di Palermo; t. VIII, n°s 1, 2, 4, 1872; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n°s 15 à 18, 2e semestre 1872; in-4°.

Chronique de l'Industrie; n°s 35 à 39, 1872; in-4°.

Écho médical et pharmaceutique belge; n° 10, 1872; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 112 à 126, 1872; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 40 à 43, 1872; in-4°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; août 1872; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 40 à 43, 1872; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n°s 182, 183, 185, 1872; in-8°.

Journal de l'Eclairage au Gaz; n°s 19, 20, 1872; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; octobre 1872; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; octobre 1872; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n° 19, 1872; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 25 à 29, 1872; in-folio.

L'Abeille médicale; n°s 41 à 44, 1872; in-4°.

L'Aéronaute; octobre 1872; in-8°.

L'Art dentaire; octobre 1872; in-8°.

L'Art médical; octobre 1872; in-8°.

Le Gaz; n° 4, 1872; in-4°.

Le Messager agricole; n° du 10 octobre 1872; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; n°s 19, 20, 1872; in-4°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; octobre 1872; gr. in-8°.

Les Mondes; n°s 5 à 8, 1872; in-8°.

Magasin pittoresque; octobre 1872; in-4°.

Marseille médical; n° 10, 1872; in-8°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; avril, mai 1872; in-8°.

Montpellier médical.... Journal mensuel de Médecine; n°s 3, 4, 1872; in-8°.

Nature; n° 153, 155, 156, 1872; in-4°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; octobre 1872; in-8°.

Observatoire météorologique de Montsouris; du 1er juin au 31 octobre 1872; in-4°.